



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser

En socio-kulturel-politisk analyse af natur/teknik-læreres professionelle udvikling i uddannelsesreformer

Sillasen, Martin Krabbe

DOI (link to publication from Publisher):
[10.5278/vbn.phd.engsci.00068](https://doi.org/10.5278/vbn.phd.engsci.00068)

Publication date:
2014

Document Version
Accepteret manuscript, peer-review version

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Sillasen, M. K. (2014). *Forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser: En socio-kulturel-politisk analyse af natur/teknik-læreres professionelle udvikling i uddannelsesreformer*. Aalborg Universitetsforlag. <https://doi.org/10.5278/vbn.phd.engsci.00068>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser

En socio-kulturel-politisk analyse af natur/teknik-læreres professionelle udvikling i uddannelsesreformer

Kolofon

Afhandlingens titel: Forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser – En socio-kulturel-politisk analyse af natur/teknik-læreres professionelle udvikling i uddannelsesreformer.

Ph.d.-studerendes navn: Martin Krabbe Sillasen

Vejleder: Paola Valero, professor ved Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

ISBN

ISBN e-bog

© 2014, Martin Krabbe Sillasen

Jeg vil gerne takke VIA University College og Naturvidenskabernes Hus for at finansiere dele af mit ph.d.-stipendium.

Publicerede artikler

Sillasen, M. K. (2010) Exploring the effects of developing collaboration in a primary science teacher community. Proceedings from International Organization for Science and Technology Education, Symposium (14, 2010, Bled), *Socio-cultural and human values in science and technology education*, pp. 1022-1034

Sillasen, M. K., Valero, P., & Sørensen, S. C. (2011). Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik, *MONA 2010(2)*, pp. 7-22.

Sillasen, M. K., Daugbjerg P. S., Smith, J. R., & Valero, P. (2011). Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisningen i Danmark – læreres ressourcer og roller i reformprocesser, *MONA 2011(1)*, pp. 39-56.

Sillasen, M. K. & Valero, P. (2012) Municipal science consultants' participation in building networks to support science teachers' work. *Cultural Studies of Science Education* september 2013, Volume 8, Issue 3, pp. 595-618.

Denne afhandling er indsendt til vurdering for opnåelse af ph.d.-graden. Afhandlingen består af fire publicerede, videnskabelige artikler samt to artikler, som er i review-proces. Dele af artiklerne er brugt direkte eller indirekte i afhandlingens resumé. Som grundlag for vurderingen er medfattererklæringer forelagt bedømmelseskomiteen. De er også tilgængelige ved fakultetet. Afhandlingen er i sin nuværende form ikke acceptabel til offentlig publikation, og den må derfor kun anvendes til begrænset cirkulation, da alle copyright-rettigheder ikke er endelig på plads.

Denne ph.d.-afhandling er publiceret af:

Institut for Læring og Filosofi

Aalborg Universitet

Sohngaardsholmsvej 2

9000 Aalborg

learning@learning.aau.dk

www.learning.aau.dk

Trykt i Danmark, Uniprint, Aalborg Universitet

Indholdsfortegnelse

| | |
|---|-----|
| Kolofon | 3 |
| Indholdsfortegnelse | 4 |
| Artikelliste | 7 |
| 1. Resumé | 9 |
| 2. English summary | 13 |
| 3. Forord | 17 |
| 4. Min forskningsrejse | 19 |
| 5. Indledning | 21 |
| 6. NaTeKu – en scene til at forske i naturfagslæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser | 37 |
| 7. Metodologi | 45 |
| 8. Sociale naturfaglige praksisser i makroperspektiv | 57 |
| 9. Sociale naturfaglige praksisser i et sammenvævet meso- og mikroperspektiv | 105 |
| 10. Sammenfatning og perspektivering – et opgør med den privatpraktiserende lærerrolle i naturfag | 185 |
| 11. Referencer | 197 |
| 12. Bilag | 207 |

Artikelliste

Artikel 1

The neoliberal utopia and science education in Denmark; Education for working life

Jette R. Smith, Peer S. Daugbjerg, Martin K. Sillasen og Paola Valero, i *(SMERG-bog i review)*

Artikel 2

Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisningen i Danmark – læreres ressourcer og roller i reformprocesser.

Martin K. Sillasen, Peer S. Daugbjerg, Jette R. Smith og Paola Valero, i *MONA 2011(1)*

Artikel 3

Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik.

Martin K. Sillasen, Paola Valero og Søren K. Sørensen, i *MONA 2010(2)*

Artikel 4

Municipal science consultants' participation in building networks to support science teachers' work.

Martin K. Sillasen og Paola Valero, i *Cultural Studies of Science Education (2012)*, DOI 10.1007/s11422-012-9478-z

Artikel 5

Exploring the effects of developing collaboration in a primary science teacher community.

Martin K. Sillasen, in *Proceedings of XIV IOSTE Symposium 2010*, ISBN 978-961-92882-1-4

Artikel 6

Udvikling af naturfagslæreres identitet i lærende fællesskaber

Martin K. Sillasen og Paola Valero, i *(NorDiNa, i review)*

1. Resumé

Denne afhandling, ”Forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser”, fokuserer på koblingen mellem naturfagslæreres professionelle udvikling som en social aktivitet og deres deltagelse i forandringsprocesser i uddannelsesreformer.

Læreres daglige arbejde relaterer sig mest til undervisningen i skolen og møder med kolleger, hvor man planlægger og tilrettelægger undervisning og øvrige gøremål. Udviklingsarbejder, forandringsprocesser og egen professionelle udvikling er også nogle af de elementer, som lærere forholder sig til i hverdagen. Koblingen mellem disse elementer er måske ikke tydelig i det daglige arbejde i skolen. Men andre steder i uddannelsessystemet – det man kunne kalde kontekstuelle faktorer omkring skolen – er der stor bevågenhed i forhold til, hvordan uddannelsesreformer og læreres professionelle udvikling kan kobles sammen. Ideen om naturfagsundervisning som et netværk af sociale naturfaglige praksisser introduceres som en forskningsstrategi til at studere indvirkningen af skolens kontekstuelle faktorer på naturfagslæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser. Denne afhandling giver et muligt bud på, hvordan disse elementer kan kobles sammen, og hvordan man kan undersøge kvaliteten af denne sammenkobling med den hensigt, at lærerne får optimale betingelser for professionel udvikling, og at der er maksimal chance for succes med at opfylde målsætningerne i reformerne. Netværk af sociale naturfaglige praksisser defineres som en række sociale praksisser som bidrager til at give mening til aktiviteter hvor folk tænker, lærer eller underviser naturfagligt, såvel som når folk engagerer sig i situationer hvor naturfaglige elementer er til stede. En social naturfaglig praksis kan fx være et naturfagteam, en skole, et kommunalt naturfagligt netværk, et science center, en professionshøjskole eller en kommunal skoleforvaltning. Med andre ord, en praksis som spiller en rolle i forhold til naturfagsundervisning. Forskningsspørgsmålene, som har guidet den bagvedliggende forskning er:

1. Hvad var de politiske omstændigheder for naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark i perioden 2001-2009?
2. Hvad var de overordnede karakteristika ved naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark i 2001-2009 set ud fra lærernes perspektiv?
3. Hvilke relationer i et netværk af sociale naturfaglige praksisser kan konceptualiseres for at støtte natur/teknik-læreres professionelle udvikling?
4. Hvilke muligheder og barrierer er der for natur/teknik-lærere for at deltage i udvikling af sociale naturfaglige praksisser i skolen og i kommunale netværk?
5. Hvordan kan natur/teknik-læreres relationer i sociale naturfaglige praksisser i skolen støtte deres udvikling af professionel identitet?

Målene har været at identificere karakteristika ved de politiske omstændigheder for naturfaglige uddannelsesreformer i perioden 2001-2009, at undersøge natur/teknik-læreres professionelle udvikling ved deltagelse i forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser samt at identificere karakteristika ved sociale naturfaglige praksisser, som har betydning for udvikling af naturfagslæreres professionelle identitet.

På det samfundsmæssige niveau har jeg undersøgt, hvordan aktuelle forandringer inden for uddannelsespolitikken påvirker vilkårene for naturfagsundervisningen. Den empiriske basis for disse undersøgelser har været Fælles Mål, love, bekendtgørelser samt politiske tekster om henholdsvis folkeskolen og læreruddannelsen. Disse dokumenter er analyseret ved hjælp af en intertekstuel analyse. Undersøgelserne har udmøntet sig i to artikler, som jeg har skrevet sammen med to andre ph.d.-studerende og vores fælles vejleder. I den ene artikel har vi undersøgt diskursive relationer mellem magtniveauer i uddannelsessystemet, mens vi i den anden artikel har fokuseret på kvaliteter i uddannelsesreformerne ud fra naturfagslæreres perspektiv. Forskningen viste, at neoliberale ideer om kompetenceorientering af fagmålene og ansvarliggørelse af individet har manifesteret sig i dansk uddannelsespolitik og konkrete reforminitiativer. De neoliberale ideer udspringer af en global strømning, som legitimerer sig selv med reference til liberal økonomisk vækstteori, konkurrenceprincippet samt individets rettigheder og ansvarliggørelse. I artiklen dokumenteres et skifte fra en dannelsesorienteret uddannelsespolitik til et mere nytte- og kompetenceorienteret syn på uddannelse. Nytteperspektivet orienterer sig imod kompetencer, som primært efterspørges af erhvervslivet. Analysen udfolder også tre reforminitiativers bidrag til at forme lærernes muligheder for kapacitetsudvikling. Det drejer sig om en revision af naturfagenes målsætninger, naturfagsdidaktisk efteruddannelse af naturfagslærerne og en reform af uddannelsen til naturfagslærer i læreruddannelsen. Fra centralt hold har der ikke været tilstrækkelig opmærksomhed og tålmodighed over for den lokale implementering af de tre reforminitiativer på henholdsvis skolerne og i læreruddannelsen, hvilket har ført til, at de anvendte ressourcer ikke er udnyttet optimalt i forhold til at forbedre mulighederne for elevers læring i naturfagene i skolen.

På det kommunale, på det skolemæssige og på lærernes personlige niveau har jeg undersøgt, hvordan et netværk af sociale naturfaglige praksisser, som består af fagteam, kommunale naturfaglige netværk og andre aktører, bidrager til at støtte læreres professionelle udvikling i forandringsprocesser. Forskningen i dette felt er dokumenteret i fire artikler i denne afhandling. I den første artikel, som er skrevet sammen med to kolleger, dokumenteres muligheder for og trusler imod en styrkelse af den naturfaglige kultur blandt natur/teknik-lærere på skolerne. Den anden artikel, som er en konferenceartikel, præsenterer et eksempel på, hvordan et naturfagsteam, der er organiseret efter principper for professionelle lærende fællesskaber, kan styrke den enkelte

lærers professionelle udvikling samt skolens naturfaglige kultur. Skoleledelsens engagement har stor betydning for, at forandringsprocesser og udviklingsaktiviteter i fagteamet bidrager til alle naturfagslæreres professionelle udvikling. Den tredje artikel, som jeg har skrevet sammen med min vejleder, dokumenterer, at kommunale netværk kan danne bindeled mellem forskellige naturfaglige praksisser i en kommune og på den måde bidrage til den enkelte skoles og de deltagende læreres professionelle udvikling. En central aktør i udviklingen og vedligeholdelsen af kommunale netværk er den kommunale naturfaglige konsulent. Konsulenten har stor betydning som støttende faktor i læreres professionelle udvikling i fagteam- og netværksaktiviteter. Den fjerde artikel, som jeg også har skrevet sammen med min vejleder, dokumenterer, at karakteren af relationer til andre kolleger i skolen har stor betydning for nye naturfagslæreres professionelle identitetsudvikling.

Forskningen i forandringsprocesser i uddannelsessystemer og læreres professionelle udvikling har givet mig et teoretisk begrebsapparat til at beskrive de komplekse processer, der er med til at stilladsere læreres kompetenceudvikling. Ideen om naturfagsundervisning som et netværk af sociale naturfaglige praksisser har åbnet muligheden for at udforske indvirkningen fra skolens kontekstuelle faktorer på naturfagslærernes muligheder for professionel udvikling og deltagelse i forandringsprocesser.

De forskningsmæssige resultater kan bruges af forskellige aktører i uddannelsessystemet til at overveje, hvordan man skal stilladsere læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser. For det første peger resultaterne på, hvordan effektiv professionel udvikling kan organiseres i lærende fællesskaber i skoler og kommunale netværk. For det andet udsiger resultaterne noget om, hvordan forandringsprocesser i fagteamet, skolen og i det kommunale netværk kan organiseres, så lærerne får mulighed for faglig udvikling og videndeling med kolleger. For det tredje kan det udledes, at integration af flere forskellige udviklingsprojekter i en skole kan skabe synergier, som bidrager til at styrke mulighederne for læreres professionelle udvikling. For det fjerde må man konkludere, at der er behov for pædagogisk ledelse og koordination for at stilladsere læreres professionelle udvikling i sociale praksisser i netværket. I skolen er det skolelederen, som har den rolle. I fagteamet er det fagteamkoordinatoren. I et kommunalt netværk er det den kommunale naturfaglige konsulent. For det femte udfordrer det forskningsperspektiv, som anvendes i denne afhandling, den måde, hvorpå man traditionelt har tænkt efteruddannelse af naturfagslærere. En konsekvens af denne afhandlings forskningsresultater må være, at ovennævnte kompleksitet medtænkes i fremtidige designs af efteruddannelsesprogrammer. Et efteruddannelsesprogram bør således kvalificere de faglige og didaktiske kompetencer hos den enkelte lærer samtidig med, at de deltagende lærere får mulighed for at afprøve og vurdere eksempler på god praksis i fællesskab med andre kolleger.

2. English summary

The dissertation "Processes of change in networks of social scientific practices – a socio-cultural-political analysis of the professional development of primary science teachers in educational reforms" focuses on the coupling between the professional development of science teachers as a social activity and their participation in processes of change in educational reforms.

The work of teachers relates mostly to teaching, planning teaching and meeting with colleagues, where teachers plan teaching and other tasks in school. Developmental activities, processes of change and professional development are also some of the elements that teachers relate to. The coupling of these elements might not be obvious in their ordinary work. But at other levels in the educational system – places that one could designate contextual places of the school – there is attention to how educational reforms and the professional development of teachers can be coupled. The idea of science education as a network of social science practices is in this dissertation introduced as a research strategy to study the impact of school contextual factors on the professional development of science teachers and their participation in educational change processes. The dissertation gives a possible answer as to how these elements can be coupled and how the quality of this coupling can be studied with the intention of creating optimal conditions for the professional development of science teachers. Networks of social science practices are defined as a series of social practices that contribute to giving meaning to activities that involve thinking, learning or teaching science, as well as engagement in situations where science elements are present. A social science practice could be a science team in a school, a municipal science network, a science education resource center, a teacher college or the municipal school administration. In other words, a practice that somehow plays a part in science education.

The research questions that guided my research are:

1. What were the political circumstances for science education reforms in Denmark in 2001-2009?
2. What are the characteristics of science education reforms in Denmark in 2001-2009 as seen from the teachers' perspective?
3. What relations in a network of social science practices can be conceptualized as a support for the professional development of primary science teachers?
4. What opportunities and barriers do primary science teachers have for participation in the development of social science practices in schools and municipal networks?
5. How can primary science teachers' relations in social science practices in schools support the development of their professional identity?

The aims have been to identify characteristics of the political circumstances for the science education reforms in Denmark in 2001-2009, to study the professional development of primary science teachers through their participation in processes of change in networks of social science practices and to identify characteristics of social science practices that have an effect on the development of science teachers' professional identity.

At the societal level I have studied how recent changes in educational policy affect teaching conditions. The empirical basis for these studies has been Common aims (curriculum aims) for primary science and policy texts about The Danish Folkeskole and teacher education. These documents have been analyzed using intertextual analysis. The studies resulted in two articles that I co-authored with two other Ph.D.-students and our supervisor. In the first article we used critical discourse analysis to study relations between power levels in the educational system. In the second article we studied quality in educational reforms from the perspective of teachers. The research showed that neoliberal ideas about competencies, accountability and individualization have manifested themselves in Danish educational policy and reforms. The neoliberal ideas arise from a global movement that legitimizes itself with reference to liberal economic theory, principles of marketization and individual rights and accountability. In the two articles has been documented a shift from viewing education as education for citizenship to viewing education as professional education. The analysis also unfolds the contribution of three reform initiatives to the capacity development of teachers: The reform of the national science curriculum, a national programme for the professional development of science teachers and a reform of the in-service teacher training programme. The central administration has not paid sufficient attention to and has been impatient about local implementation of the three reform initiatives in schools and teacher training colleges. As a consequence, the resources have not been used in an optimal way to improve pupils' learning in school science.

At municipal, school and teacher levels I have studied how a network of social science practices contributes to supporting the professional development of teachers in processes of change. Research in this field is documented in four articles in this dissertation. In the first article, which is co-authored with two colleagues, we document opportunities and pitfalls for developing a science culture amongst primary science teachers in schools. The second article, which is a conference article, presents an example of how a science teacher team in a school organized as a professional learning community contributes to the professional development of the participating teachers and the science culture in the school. The school principals' engagement in implementing reform initiatives is of great importance to the impact on the professional development of science teachers. The third article, which I have co-authored with my supervisor, documents that municipal science network can be a link between different social science practices in a municipality, and thus the network can be a supportive structure for processes of change in

schools and the professional development of teachers. A central actor in the development and maintenance of municipal networks is the municipal science consultant. The consultant is important as a supportive factor in the professional development of science teachers in science team activities in schools and network activities. The fourth article, which I have co-authored with my supervisor, documents that productive relations to other colleagues in the school have a positive impact on the development of the professional identity of new science teachers.

The research in processes of educational change and the professional development of teachers have provided me with a theoretical framework for describing the complex processes which contribute to supporting the professional development of teachers and their participation in processes of change. The idea of science teaching as a network of social science practices has created an opportunity to study the impact of school contextual factors on the professional development of science teachers and their participation in educational change.

The research results can be used by different actors in the educational system to reconsider how the professional development of teachers and their participation in educational change can be supported. Firstly, the results suggest how effective professional development can be organized in professional learning communities in schools and municipal networks. Secondly, they suggest how developmental activities in science teams in schools and in municipal networks can be organized so that teachers have the opportunity to develop and assess teaching activities collectively. Thirdly, the research documents that integration of two independent developmental activities can create synergies that contribute to enhancing the possibilities for the professional development of teachers in their school. Fourthly, there is a need for leadership that supports and encourages the professional development of teachers in different social science practices in the networks. In the school, the responsibility lies with the school principal. In the science team, it lies with the team coordinator. In the municipal science network, it lies with the municipal science coordinator. Fifthly, the research perspective that is used in this dissertation challenges the traditional design of teacher professional development programmes. Thus, a professional development programme must be designed in a way so that it qualifies the individual teacher's pedagogical content knowledge and at the same time it must create opportunities for teachers collaboratively to experiment with and assess teaching activities.

3. Forord

Syv års forskningsarbejde er ved at være slut. Det har været en lærerig proces, som jeg ikke kunne have gennemført uden støtte fra en lang række mennesker, som jeg her gerne vil takke.

Mine ledere i VIA for at finansiere hovedparten af mit ph.d.-stipendium.

Naturvidenskabernes Hus og i særdeleshed Søren Chr. Sørensen for finansiering og et udbytterigt samarbejde gennem mange år.

Peer S. Daugbjerg og Jette R. Schmidt for samarbejde om uddannelsespolitiske artikler sammen med Paola Valero. I en frustrerende og svær periode var vores samarbejde med til at holde mig i gang.

SMERG-gruppen (Science and Mathematical Education Research Group) ved Aalborg Universitet for inspiration og værdifulde diskussioner.

Lærere og kommunale naturfaglige konsulenter i Herning Kommune, Randers Kommune, Silkeborg Kommune og Viborg Kommune, som åbnede deres praksis for mig, og som gav mig adgang til et overflødigshorn af viden.

Min fantastiske vejleder Paola Valero. Dine forskningsmæssige og ikke mindst din menneskelige kvaliteter har været en stærk støtte i mit arbejde. Tak for det!

Sidst, men ikke mindst, min familie. Ida, fordi du er en fantastisk datter. Anne-Mette, fordi du er en uvurderlig støtte. Uden jeres tålmodighed og styrke var jeg ikke nået så langt.

Martin Krabbe Sillasen, 27. februar 2014

4. Min forskningsrejse

Ph.d.-arbejdet, som ligger til grund for denne afhandling, startede tidligt i 2007. På dette tidspunkt var jeg i kontakt med Søren Chr. Sørensen fra Naturvidenskaberne Hus, som var ved at formulere NaTeKu-projektet. NaTeKu-projektet var et udviklingsprojekt, der havde fokus på udvikling af den naturfaglige kultur blandt natur/teknik-lærere på de deltagende skoler og i de kommunale netværk mellem skolerne. Ved Læreruddannelsen i Silkeborg undersøgte jeg muligheden for at påbegynde et ph.d.-projekt. Senere i foråret 2007 tog jeg kontakt til Paola Valero, Aalborg Universitet, der læste nogle artikler, som jeg tidligere havde skrevet. På baggrund af disse forskellige sonderinger tegnede der sig muligheden for et ph.d.-studium, hvilket blev til en realitet i august 2007.

Mit ph.d.-studium har været en oplysende rejse, som ikke havde en præcis udstukket retning fra begyndelsen. En række begivenheder bidrog til at forme mit akademiske arbejde:

1. Min deltagelse i en ph.d.-arbejdsgruppe i 2007-08 kaldet "Skrivefabrikken" med professor Ole Skovsmose som vejleder. Denne arbejdsgruppe bestod af nye ph.d.-studerende. Vi mødtes jævnligt i arbejdsgruppen, hvor vi præsenterede halvfærdige manuskripter, forskningsplaner, første analyser af data og meget andet for hinanden. Her fik vi sparring til at kvalificere materialet. Ole Skovsmose var en vigtig inspirator, der modererede diskussionerne, og som altid bidrog med konstruktive, positive og brugbare forslag til forbedringer af arbejdsopgaverne.
2. Min deltagelse i ph.d.-kurset "Justification of findings in mathematics and science education research, with particular regard to the role of theory in such justification" november 2007 arrangeret af Mogens Niss og Morten Blomhøj, Roskilde Universitet. På dette kursus lærte jeg om betydningen af teoretisk positionering i forhold til et forskningsarbejde.
3. Mødet med Etienne Wenger på et ph.d.-kursus i Aalborg i november 2007. Hans foredrag og artikler på kurset "Designing Social Learning Systems in a Globalized World" om læring i praksisfællesskaber var en vigtig inspirationskilde til en spirende forståelse af læring i sociale fællesskaber.
4. Mødet med Gert Biesta til et ph.d.-kursus på Aalborg Universitet i november 2008. Hans foredrag og artikler på kurset "The Postmodern Learner: Challenging Traditions in the Organisations and Learning" var med til at uddybe min forståelse af samspillet mellem individuel og social læring samt evidensbaseret viden i uddannelsesforskningen.
5. Min deltagelse i kurset "The Role of Theory in Science Education Research" i november 2008 i Gøteborg. På dette kursus lærte jeg om, hvordan teori bruges til at informere analyse af empiriske data i uddannelsesforskning.

6. Studiekredsen ”Undervisning og kvalitet i det neoliberale samfund” i efteråret 2008 arrangeret af VIA var en øjenåbner til at forstå de globale, politiske og historiske neoliberalt inspirerede strømninger, der i disse år er med til at rammesætte uddannelsesreformer og læreres arbejde.
7. Min deltagelse i et ph.d.-kursus ved Oslo Universitet ”International organizations and national policy of education”, i marts-april 2009. Dette kursus var en støtte til at strukturere mit arbejde i forhold til den politiske og samfundsmæssige side af læreres arbejde. Kurset konsoliderede også et studiegrupperarbejde med Jette R. Schmidt, UC Nordjylland, Peer S. Daugbjerg, VIA UC og vores vejleder Paola Valero samt undertegnede.
8. Mødet med Wolff-Michael Roth og Luis Radford på et ph.d.-kursus på Aalborg Universitet i november 2009. Deres foredrag og artikler på kurset ”Learning-in-practice: Socio-cultural and political theories in engineering, mathematics, and science education” var for mit vedkommende en øjenåbner i forhold til ontologi og epistemologi omkring sociokulturelle perspektiver på læring.
9. En række metodologiske kurser og wokshops på Aalborg Universitet, Aarhus Universitet og VIA University College har bidraget til at åbne min verden i forhold til humanistiske og samfundsorienterede forskningsmetoder. Det har haft stor betydning i mit empiriske arbejde.

En solid støtte på denne akademiske rejse var min vejleder Paola Valero. Paola spurgte hele tiden til mine resultater, analyser, ræsonnementer og teoretiske perspektiveringer, hvorved jeg blev udfordret til at genoverveje mit arbejde. Det har uden tvivl bidraget til at gøre min forskning mere interessant.

Min tilgang i denne afhandling har været at skrive en række artikler, modtage reviews og publicere i tidsskrifter, conference-proceedings og bøger. Alt sammen forskningsaktiviteter, som har bidraget til udvikling af mine forskningskvalifikationer. Det har været en proces, hvor jeg langsomt er blevet socialiseret ind i uddannelsesforskningens kultur.

Min forskningsuddannelse har også været en kulturel udfordring på flere måder. Eftersom min uddannelsesmæssige baggrund er en kandidatgrad i fysik og matematik og tre års forskningsarbejde med kvanteoptik samt efterfølgende 16 års arbejde som underviser på læreruddannelsen, var min forskningsmæssige optik overvejende af naturvidenskabelig karakter, da jeg påbegyndte mit ph.d.-arbejde. Såvel den naturvidenskabelige kultur som den læreruddannelsesfaglige kultur har jeg kunnet drage nytte af i mit ph.d.-arbejde, men samtidig har jeg været stærkt udfordret i mødet med en humanistisk, samfundsfaglig forskningskultur.

5. Indledning

Ide og motivation

Danske elevers præstationer i internationale undersøgelser af unges naturfaglige kundskaber og færdigheder har siden slutningen af 90'erne givet anledning til debat om kvaliteten af folkeskolens naturfaglige undervisning. I 2004 indgik regeringen et bredt uddannelsespolitisk forlig om folkeskolen, som indeholdte flere initiativer, der skulle styrke elevernes læring. Et af initiativerne var implementeringen af et flerfagligt prøvekoncept i naturfagene, der omfattede både biologi, fysik/kemi og geografi. Det flerfaglige prøvekoncept skabte bl.a. et incitament for naturfaglærere til at arbejde mere sammen på tværs af naturfagene i skolen, fordi der opstod et behov for at planlægge naturfagsundervisning, der forberedte eleverne til den flerfaglige prøve. Udviklingen af samarbejdet mellem naturfagene udfordrede den eksisterende naturfaglige kultur på mange skoler. Dels var der ikke en ligestilling mellem naturfagene, hvilket blandt andet skyldtes, at fysik/kemi havde særstatus, fordi det var et prøvefag. I modsætning til fagene biologi og geografi, der på det tidspunkt ikke var prøvefag. Dels var mange skoler præget af, at naturfaglærerne havde en individualiseret undervisningspraksis. Det flerfaglige prøvekoncept skabte nye normer i den naturfaglige kultur, hvor kollektiv planlægning af flerfaglige undervisningsaktiviteter kom til at fylde meget. Det var en stor udfordring for mange skoler, at naturfaglærerne skulle arbejde tættere sammen, og lærere meldte sig i stort antal til efteruddannelseskurser for at kvalificere sig til at planlægge, koordinere og gennemføre undervisning kollektivt med henblik på den fælles prøve.

Jeg var sammen med andre naturfagskolleger involveret i planlægning og gennemførelse af flere efteruddannelseskurser, der skulle kvalificere naturfaglærerne til en flerfaglig undervisning og til den flerfaglige prøve. Mange lærere var kritiske med hensyn til det påtvungne samarbejde med deres naturfagskolleger. Et tættere samarbejde mellem naturfagene udfordrede mange naturfagslæreres individualiserede praksis. Det påtvungne samarbejde gav anledning til både frustration og diskussion blandt lærerne. Tonen var kritisk, men frugtbar. Blandt de ældre lærere var der en større skepsis end blandt de yngre lærere med hensyn til kravet om kollektiv planlægning. Men som kurserne skred frem, udviklede kursisterne en mere positiv holdning til det flerfaglige samarbejde. En sidegevinst ved de kollektive arbejdsprocesser i kurset var, at vi så tegn på, at den naturfaglige kultur på flere skoler ændrede sig fra en individualiseret praksis mod en mere kollektiv praksis, hvor videndeling på tværs af fagene blev anset for værdifuld for deltagerne.

I september 2005 ophævede forligspartierne imidlertid det politiske forlig om det flerfaglige prøvekoncept, og man erstattede den flerfaglige prøve med en multiple-choice test i biologi og

geografi, mens den velkendte praktisk/mundtlige prøve i fysik/kemi forblev, som den havde været. Begrundelsen for ophævelsen af det politiske forlig var, at det flerfaglige prøvekoncept både var for dyrt og for besværligt at implementere i skolen. Efter denne politiske udmelding oplevede vi på efteruddannelseskurserne, at mange kursisters motivation for at engagere sig i arbejdet med at udvikle flerfaglige undervisningsaktiviteter blev mindre. En del lærere gav udtryk for, at der ikke var behov for, at de ændrede deres egen undervisningspraksis. Vi måtte derfor ændre efteruddannelseskurserne, så aktiviteterne i højere grad kom til at ligne traditionelle kurser med individuel faglig opgradering i eget fag.

Eksemplet ovenfor viser, hvordan uddannelsespolitiske initiativer på det politiske niveau i uddannelsessystemet hurtigt kan indvirke på naturfagslæreres praksis, og at det er komplekst at implementere reformer, der forsøger at ændre læreres praksis. En central problemstilling er læreres ejerskab til forandringsinitiativer i uddannelsesreformer. Hvis en forandring skal være succesfuld, er lærernes ejerskab og engagement centrale faktorer for at nå målet med forandringsprocessen. Hvis målet med forandringsprocessen ændrer sig, er der en risiko for, at lærernes ejerskab og engagement forsvinder, som det skete i eksemplet ovenfor. Målet med implementeringen af den flerfaglige prøve var bl.a. at skabe et incitament for at ligestille og på sigt måske endda integrere naturfagene i skolen, fordi det måske kunne give mulighed for at arbejde med naturfaglige problemstillinger på anderledes måder, end man traditionelt havde gjort. I kurserne så vi tegn på, at den naturfaglige kultur blandt lærerne ændrede sig i den retning, indtil det politiske forlig omkring den flerfaglige prøve blev ophævet.

På et mere generelt niveau handler denne problemstilling om udfordringerne ved at implementere politisk initierede uddannelsesreformer i skolen og i den enkelte lærers undervisningspraksis på en succesfuld måde. Uddannelsesreformer i Danmark er som regel brede politiske forlig, der vedtages af Folketingets partier og implementeres på andre niveauer i uddannelsessystemet. I den seneste tid ser man endda private firmaer få et stort ansvar ved implementeringen af uddannelsesreformer. Målet med uddannelsesreformer er at ændre en eksisterende praksis på et givent niveau i uddannelsessystemet. Set fra det politiske og administrative perspektiv kan en reform indeholde mange gode intentioner om at forandre undervisningspraksis. Men for den enkelte lærer kan forandringer virke mere eller mindre meningsfulde. Hvis en forandring ikke virker meningsfuld i praksis, kan der være en vis modstand imod at implementere den. I ovennævnte eksempel var reforminitiativet i 2004 med de flerfaglige prøver et tiltag, der kunne bidrage til en ligestilling af naturfagene. For mange skoler og naturfagslærere var det – og er det måske stadig – en stor udfordring at udvikle en kollektiv undervisningspraksis, fordi der gennem mange år har konsolideret sig en naturfaglig kultur præget af individualiserede undervisningspraksisser. I en forandringsproces, der forsøger at ændre en eksisterende kultur i skolen, kan der være behov for, at lærerne og skolen får tid og rum til dels at

fortolke forandringens intentioner og dels at afprøve den i forhold til den eksisterende kultur på skolen. Der kan være behov for at organisere interventioner som fx efteruddannelseskurserne i eksemplet, der støtter skoler og lærere med fortolkning, rammesætning og operationalisering af forandringernes intentioner i deres egen undervisningspraksis, og for at undersøge om forandringer af undervisningspraksis fremmer elevernes læring.

Læreres engagement i forandringsprocesser i uddannelsesreformer er en generel problemstilling, som vedrører alle former for forandring af den eksisterende praksis i skolen. I mit ph.d.-projekt fik jeg mulighed for at undersøge natur/teknik-læreres muligheder for at forandre den naturfaglige kultur på deres skoler gennem deltagelse i et udviklingsprojekt, som i resten af denne afhandling kaldes NaTeKu. Projektets formål var at skabe muligheder for lærere for at udvikle en naturfaglig kultur, der i højere grad var præget af videnuudveksling og kollektiv udvikling af nye undervisningsaktiviteter. Den naturfaglige kultur skabes og medieres gennem holdninger, værdier, handlinger og meningsforhandlinger i et samspil mellem aktører i forskellige sociale praksisser i og omkring skolen (Sølberg, 2007). I mit ph.d.-arbejde undersøger jeg, hvordan samspillet mellem forskellige niveauer i uddannelsessystemet, dvs. det politiske niveau, det kommunale niveau, skoleniveauet og fagteamene, bidrager til at forandre naturfaglig kultur i uddannelsesreformer.

Forandringsprocesser i uddannelsesreformer

I dette afsnit karakteriserer og afgrænser jeg de begreber og teorier, der var mit teoretiske udgangspunkt for at undersøge natur/teknik-læreres professionelle udvikling gennem deltagelse i forandringsprocesser.

Forandring i uddannelsessystemer blev etableret som et selvstændigt forskningsfelt i løbet af 50'erne og 60'erne (Fullan, 2005). Siden er forskningsfeltet vokset evolutionært med et stort antal publikationer og i forskellige retninger (Fullan, 2010; Lieberman, 2005). I forskningen findes der overordnet set tre forskellige dimensioner til at beskrive og vurdere reformer af uddannelsessystemet: Den økonomiske/teknokratiske, den politiske og den pædagogiske/kulturelle dimension (House & Mcquillan, 2005). Da jeg i denne afhandling blandt andet studerer læreres måder at handle og agere på i forandringsprocesser, udfolder jeg i de næste to sektioner den pædagogiske/kulturelle dimension, fordi den overvejende relaterer til de problemstillinger og udfordringer, som lærere møder i deres daglige arbejde. Jeg kommer også til at berøre den økonomiske/teknokratiske og den politiske dimension i artikel 1 og 2. En udfoldning af disse dimensioner er relateret til de problemstillinger, der studeres i artiklerne.

Uddannelsesreformers pædagogiske/kulturelle dimension

Ifølge Fullan (2007) er der to forskellige måder at anskue uddannelsesreformer på: *Innovations-fokuseret* og *kapacitetsudviklings-fokuseret*. I et *innovations-fokus* kortlægges man konkrete initiativers implementering og anvendelse i uddannelsessystemet samt de faktorer, der relaterer til innovationens succes. I et *kapacitetsudviklings-fokus* undersøger man, hvordan kapaciteten opbygges i organisationer og systemer til forsat professionel udvikling. Ved kapacitetsudvikling forstår jeg både individuel og kollektiv læring for forskellige aktører (fx lærere, skoleledere, kommunale naturfaglige konsulenter o.l.), hvor hensigten er at skabe de bedste læringsmuligheder for forskellige elevtyper i uddannelsessystemet. Artiklerne i denne afhandling anvender begge foci på forskellige niveauer i uddannelsessystemet.

Begrebet forandring er centralt for at kunne beskrive, hvordan reformer implementeres og påvirker de implicerede aktører. I denne afhandling læner jeg mig op ad Fullans og Hargreaves' definition af forandring. Hargreaves definerer forandringsprocessen som "den praksis og de procedurer, de regler og forhold, de sociologiske og psykologiske mekanismer, som afgør, hvordan en forandring kommer til at tage sig ud, lige meget hvad det drejer sig om, og lige meget om den vil lykkes eller mislykkes" (Hargreaves, 2000). Denne forståelse af forandring sondrer mellem to forskellige foci på forandringsprocesser i uddannelsessystemer: Dels *selve forandringsprocessen* og dels *meningen med forandringen* (Fullan, 2007), hvilket udfoldes i de følgende afsnit.

Forandringsprocessen

Forandringsprocessen kan opdeles i følgende tre bredt definerede hovedfaser: *Initieringen*, *implementeringen* og *institutionaliseringen* (Fullan, 2007). Initieringen er den proces, som leder op til beslutningen om at implementere et forandringsinitiativ. Uddannelsespolitiske reformer er som regel politisk initieret. Men konkrete forandringsinitiativer i en reform initieres af de aktører, som har autoriteten på et givent niveau i uddannelsessystemet.

Implementeringen er den proces, hvor reforminitiativer omsættes til praksis. Traditionelt er der to forskellige implementeringsstrategier, når reformer skal omsættes til praksis i forandringsprocesser: *Top-down* eller *bottom-up*. Top-down-initierede forandringer initieres af aktører, som har en større autoritet på et givent niveau i uddannelsessystemet, end de, der har ansvaret for at implementere forandringsinitiativet. Bottom-up-initierede forandringer iværksættes af aktører, der har mindre autoritet, men som kan se, at en forandring vil føre til en bedre praksis end den, man startede med. Fullan har identificeret en række karakteristika ved forandringer, som er kritiske for at opnå succesfuld implementering: *Behov*, *klarhed*, *kompleksitet* og *kvalitet*:

1. Er der *behov* for en given forandring? Skolen og dens lærere har i deres daglige arbejde en tætpakket dagsorden. Derfor kan det være nødvendigt ikke bare at overveje, om der er

behov for et forandringsinitiativ, men også hvor vigtigt et givent forandringsinitiativ er sammenholdt med andre behov.

2. *Klarhed* i forandringsinitiativers mål og midler er et tilbagevendende problem. Selv om der er enighed om, at en forandring er nødvendig, er det ikke sikkert, at der er enighed om, hvad lærere skal gøre anderledes for at nå målsætningerne med en forandringsproces.
3. *Kompleksitet* refererer til henholdsvis udfordringen ved forandring og den grad af forandring, der kræves af de aktører, der er ansvarlige for implementeringen. Komplekse forandringer er svære at gennemføre, og sandsynligheden for, at man ikke når målene, kan være stor.
4. Forandringens *kvalitet* er i sig selv kompleks. Det rejser spørgsmålet om, hvem der definerer, hvad der er kvalitet ved forandringen. Hvis forandringen fx har en utilstrækkelig kvalitet, kan det medføre, at lærerne tager forandringen til sig, uden at den ændrer deres praksis. Men kvalitetens beskaffenhed kan også afhænge af, om aktører i uddannelsessystemet med en større autoritet end lærerne definerer kvalitet uden fornemmelse for praksis. Og så kommer forandringen til at virke topstyret for lærerne.

Institutionaliseringen er den proces, hvor forandringer og nye arbejdsrutiner konsolideres. Tiden umiddelbart efter afslutningen af en given forandringsproces er kritisk med hensyn til institutionaliseringen af forandringsprocessens resultater. Forskning i 30 års reformer af uddannelsessystemet har vist, at under en tredjedel af reforminitiativerne har succes med at nå målsætningerne (Darling-Hammond, 2005; Fullan, 1992; Fullan, 2007). Ofte kan der være konkurrerende dagsordner i skolen, og det kan være en udfordring for ledelsen og den enkelte lærer at prioritere, hvilke initiativer, der skal forfølges. En sådan situation kan føre til en følelse af afmagt hos lærerne med risiko for, at de vender tilbage til deres gamle arbejdsrutiner (Fullan, 2007).

Mening med forandring

I relation til lærere er der mindst tre forskellige dimensioner i forandringer, der kan påvirke lærernes arbejde: Ændring af undervisningsmaterialer, ændring af undervisningsstrategier eller ændring af holdninger og opfattelser (fx pædagogiske antagelser og teorier, der ligger til grund for nye politiske beslutninger, organisationsformer og undervisningsprogrammer). Disse tre dimensioner i forandringer relaterer ikke kun til systemiske processer, hvor konkrete innovationer afprøves, implementeres og kvalitetssikres, sådan som det blev udfoldet i det foregående afsnit. De tre dimensioner relaterer også til kapacitetsudviklingen af skoler, lærere (Fullan, 2007) og måske andre aktører i uddannelsessystemet. Kapacitetsudvikling kræver anderledes styringsværktøjer og tilgange til både at udvikle, dele og at anvende viden om god undervisning

end dem, som traditionelt er blevet brugt i mange år (Darling-Hammond, 2005). En væsentlig faktor til succesfuld kapacitetsudvikling er, om deltagerne ser en *mening med forandringen*. Mening med forandring kan karakteriseres som enten en *restrukturering* af, at man flytter rundt på eksisterende elementer for at se, om det bliver mere effektivt, eller en *rekulturering* af en given praksis, hvor man ændrer på delte sociale forståelser af fælles normer, værdier, forventninger og handlinger. *Restruktureringer* er relativt enkle at gennemføre, men det er ikke nødvendigvis sikkert, at de giver et bedre udbytte. *Rekulturering* er derimod langt mere effektiv – men også mere kompleks at implementere - hvis man vil skabe succesfuld kapacitetsudvikling. Der er ifølge Fullan (2007) en stor udfordring at *kvalitet i forandringer* kan fortolkes forskelligt af henholdsvis politiske beslutningstagere, den enkelte skole og den enkelte lærer. Hvordan denne udfordring adresseres, er afgørende for, om potentielle forandringer bliver meningsfulde for lærere, når de implementeres. Her skal man være opmærksom på at forandringer kan være skrøbelige processer fyldt med modsatrettede følelser og usikkerhed, der kan ende i enten succes eller fiasko:

Real change, then, whether desired or not, represents a serious and collective experience characterized by ambivalence and uncertainty; and if the change works out, it can result in a sense of mastery, accomplishment, and professional growth. The anxieties of uncertainty and the joys of mastery are central to the subjective meaning of educational change and to the success or failure thereof. (Fullan, 2007: 23)

Professionel udvikling og uddannelsesformer i det naturfagsdidaktiske forskningsfelt

I det naturfagsdidaktiske forskningsfelt er der en voksende interesse for naturfagslæreres professionelle udvikling, naturfaglige uddannelsesreformer og koblingen mellem disse begrebsfelter. I dette afsnit udfoldes disse begreber og koblingen mellem dem med henblik på at rammesætte min overordnede forskningsstrategi i det efterfølgende afsnit. I afhandlingen foretager jeg ikke en klar skelnen mellem naturfagslærere generelt og natur/teknik-lærere, da mange af ræsonnementerne og konklusionerne i afhandlingen kan generaliseres til alle naturfagslærere. Derfor anvender jeg de respektive betegnelser naturfagslærere og natur/teknik-lærere vilkårligt. Når forskningsresultater refererer specifikt til natur/teknik-lærere, fremgår det af teksten.

Professionel udvikling

I denne afhandling defineres professionel udvikling som de processer og aktiviteter, der er designet til at styrke læreres professionelle viden, færdigheder og holdninger, så eleverne får en mere effektiv læring i naturfag (van Driel, Meirink, van Veen, & Zwart, 2012). Selvom målsætningen med professionel udvikling er klar, så er der divergerende opfattelser af, hvad der gør professionel udvikling effektiv. De oftest nævnte komponenter, som gør professionel udvikling effektiv, er en udvikling af lærernes faglige og pædagogiske viden, tilstrækkelig tid og

ressourcer, introduktion til evalueringsstrategier samt muligheder for kollegial samarbejde og erfaringsudveksling i skolebaserede kontekster (Guskey, 2003). Der findes rigtig mange forskningsstudier i professionel udvikling, som fokuserer på disse komponenter hver for sig, og mange af studierne fokuserer på relationen mellem klasserumspraksis og elevernes udbytte. Derimod findes der færre forskningsstudier, der ser på effekten af, hvordan komponenterne i professionelle udviklingsprogrammer påvirker hinanden indbyrdes (Hewson, 2007). Et af denne afhandlings bidrag til forskningsfeltet er netop at studere, hvordan kombinationen af flere af disse komponenter påvirker hinanden i en professionel udvikling af naturfaglærere.

Med den rette professionelle udvikling kan naturfaglærere i grundskolen (natur/tekniklærere i Danmark) udvikle kompetencer til at lave deres egne undervisningsplaner og designe effektiv undervisning, der inkluderer forskellige pædagogiske veje til de samme læringsmål. Men en væsentlig barriere for den professionelle udvikling er manglende muligheder for at diskutere og udvikle deres forståelse af naturvidenskab og undervisningsstrategier sammen med andre lærere (Appleton, 2007). Ifølge Levitt er det ikke alle naturfaglærere i grundskolen, der er lige gode til at forandre sig. Det kan afhænge af, om de kan se meningen med de reforminitiativer, som de implementerer. Hun kategoriserer naturfaglærere som henholdsvis traditionalister, transitionelle (de bevæger sig mod reformens målsætninger) eller transformative (de transformerer deres undervisning til at være konsistent med reformens målsætninger) alt efter, hvor reformorienterede lærerne var (Levitt, 2002).

Naturfaglige uddannelsesreformer

I det naturfagsdidaktiske forskningsfelt er antallet af publikationer om naturfaglige uddannelsesreformer knapt så omfangsrigt som i det generelle forskningsfelt om uddannelsesreformer. Strømninger fra naturfaglige uddannelsesreformer i primært USA og England har påvirket de naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark. Derfor vil jeg kort gøre rede for nogle overordnede historiske træk ved disse landes naturfaglige uddannelsesreformer siden Anden Verdenskrig for derefter at positionere nutidige træk ved naturfaglige uddannelsesreformer i en historisk ramme. Redegørelsen bygger på kilderne (Atkin & Black, 2003; Darling-Hammond, 2005; Donnelly & Jenkins, 2001).

Anden Verdenskrig og våbenkapløbet i Den kolde Krig spillede en væsentlig rolle for udviklingen af de naturvidenskabelige uddannelser, da naturvidenskabelig forskning i våbenteknologi blev anset for at være et nøgleelement i forsvarsstrategien. Et højt uddannelsesniveau i naturvidenskab og på ingeniøruddannelserne blev betragtet som værende helt essentielt for den militære udvikling. I 50'erne og 60'erne rettede mange universitetsforskere deres blik mod kvalitetsudvikling af skolen. Private fonde som fx Nuffield Foundation i England finansierede store udviklingsprogrammer. Senere involverede staten sig og kom til at dominere

reformprocessen. I løbet af 70'erne dalede de universitetsbaserede forskeres interesse for reformprocesser i skolen. Den offentlige interesse for kvalitet i naturfagsundervisning har altid været der, men med tiden voksede interessen, fordi man kunne se, at kvaliteten af naturfagsundervisning havde betydning for fx den økonomiske udvikling, unges karrieremuligheder, forståelse af miljøproblemer, forståelse af nye teknologier og individets evne til at forholde sig til samfundsmæssige problemstillinger. Det betød, at nye aktører begyndte at blande sig i formuleringerne af uddannelsespolitiske målsætninger, og at formålet med undervisningen blev mere personligt og socialt orienteret. En udvikling, som er forstærket op gennem 00'erne. Denne udvikling studeres mere detaljeret i artiklerne i kapitel 8 i denne afhandling, hvor der bl.a. fokuseres på den politiske baggrund for naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark i perioden 2001-09.

Professionel udvikling, naturfaglige uddannelsesreformer og kontekstuelle faktorer

Koblingen mellem professionel udvikling og naturfaglige uddannelsesreformer opstår ifølge van Driel et al. (2012), fordi mange nutidige professionelle udviklingsprogrammer for naturfagslærere er designet i relation til de naturfaglige uddannelsesreformers intentioner om succesfuld forandring af naturfagsundervisningen. Det er en bevægelse, der findes flere eksempler på (Fibonacci, 2013; NTA, 2014; Ostermeier, Prenzel, & Duit, 2010). I Danmark findes der også flere eksempler på udviklingsprojekter, der kombinerer naturfagslæreres professionelle udvikling med forandringsprocesser i naturfagsundervisningen (Højgaard, Bundsgaard, Sølberg, & Elmore, 2010; Nielsen, Pontoppidan, Sillasen, Mogensen, & Nielsen, 2013; Sillasen & Valero, 2011; Sølberg, 2007).

En del naturfagsdidaktiske forskere diskuterer betydningen af kontekstuelle faktorer for udviklingen af henholdsvis naturfaglig undervisningspraksis og naturfagslæreres professionelle udvikling. Fx argumenterer Hewson (2007) for, at kompleksiteten i naturfagslæreres professionelle udvikling skyldes den professionelle udviklings systemiske natur. Han mener ikke, at forskningen kun skal undersøge de aktører, der er involveret i professionel udvikling, men også de systemer, som professionelle udviklingsprogrammer er indlejret i. Samtidig argumenterer Hewson for behovet for at undersøge, hvilken effekt sammenhængen mellem forskellige komponenter i professionelle udviklingsprogrammer har på lærernes professionelle udvikling. Men som van Driel et al. (2012) konkluderer, så mangler der konkret forskning i de organisatoriske og kontekstuelle faktorer i skolen, som har betydning for implementering og institutionalisering af professionelle uddannelsesprogrammer for naturfagslærere. En konklusion, som også finder støtte ved Guskey (2003). Pointen med at se på sammenhænge mellem forskellige didaktiske komponenter berører Dolin, da han identificerer centrale problemstillinger, som naturfagsundervisningen står overfor i en dansk kontekst (Dolin, 2005). Med denne

udredning skitserer Dolin tre overordnede problemstillinger, som fremadrettet vil tegne det naturfagsdidaktiske forsknings- og udviklingsfelt i Danmark. De tre problemstillinger er:

- Begrundelsesdiskussionen: En uddannelsespolitisk diskussion om naturfagernes målsætninger gennem fastlæggelse af kernefaglighed, kompetencer og dannelse.
- En udvikling af en naturfaglig kultur: En forandringsproces i skolen i det senmoderne samfund, hvor naturfagslærerne som gruppe må udvikle en professionalisme, der omfatter kendskab til naturfagernes metaaspekter, og som muliggør, at læreren kan planlægge og gennemføre undervisning baseret på et didaktisk, teoretisk grundlag.
- En læringsteori for naturvidenskab: Hermed mener Dolin ikke, at der findes *en* læringsteori for naturvidenskab, men at en udvikling af undervisning-læring relationer er under en stadig udvikling og afhænger af en række faktorer, som blandt andet fastlægges gennem en uddannelsespolitisk diskussion om bl.a. kernefaglighed, kompetencer og dannelse.

Dolin redegør for problemstillingerne med reference til forskellige aktørniveauer i uddannelsessystemet (Se figur 1 på næste side). Opdelingen er en distinktion mellem et makroniveau, hvor intentionerne i den overordnede uddannelsespolitik bliver formuleret, et mesoniveau, som har ansvaret for implementering og institutionalisering af uddannelsespolitikken i skolen og kollegiale fællesskaber, samt et mikroniveau, hvor uddannelsespolitikken realiseres i undervisnings- og læringssituationer mellem lærer og elever.

Specielt problemstillingen omkring udviklingen af en naturfaglig kultur vedrører forskning i og udvikling af skolens kontekstuelle faktorer, hvilket bl.a. Sølberg har pointeret (Sølberg, 2006). Men ifølge Dolin er det vigtigt at undersøge, hvordan de tre problemstillinger hænger sammen, fordi de relaterer til alle tre aktørniveauer på samme tid, og at ”enhver stillingtagen til problemstillingerne må forholde sig til disse sammenhænge”.

Figur 1: Model for aktørniveauer i uddannelsessystemet (Dolin, 2005)

| Niveau | Elementer | Aktører |
|---|---|---|
| MAKRO intentioner | uddannelsespolitik læseplansudvikling | regering, interesseorganisationer, ministerium, forskere, interessenter i øvrigt kommuner |
| MESO implementering og institutionalisering | skolekultur, værdigrundlag, naturfagligt miljø fortolkning i praksis | ledelse fagkollegaer lærere i samarbejde |
| MIKRO realisering | undervisnings- og læringssituationer | lærer og elever i relationelle situationer |

Ovenstående redegørelse fremhæver flere pointer, som viser behovet for en forskningsstrategi, hvor man undersøger samspillet mellem flere aktører på forskellige niveauer i uddannelsessystemet i relation til naturfagslæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser. I det følgende afsnit introducerer jeg ideen om uddannelsessystemet som et netværk af sociale naturfaglige praksisser som en mulig forskningsstrategi til at studere sammenhængen mellem naturfagslæreres professionelle udvikling, deltagelse i forandringsprocesser og det, som van Driel et al. (2012) kalder for skolens kontekstuelle og organisatoriske faktorer, der har betydning for læreres professionelle udvikling.

Naturfagsundervisning i et netværk af sociale naturfaglige praksisser

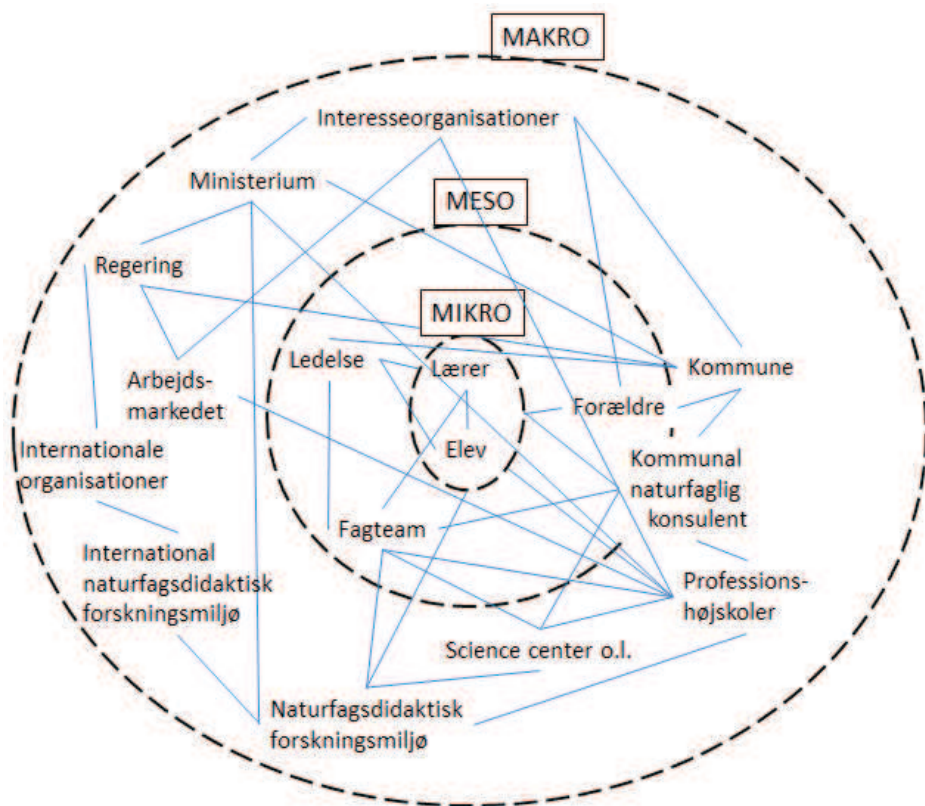
Inden for matematikdidaktisk forskning har Valero argumenteret for, at matematikundervisning skal defineres som et netværk af sociale praksisser, der bidrager til at give mening til de aktiviteter, som udføres af de aktører, der tænker, lærer og underviser i matematik (Valero, 2009). Der er ifølge Valero behov for et skifte i matematikdidaktisk forskning fra primært at have fokus på konkrete undervisnings- og læringssituationer mellem lærer og elever til også at inkludere kontekstuelle faktorer. Valero foreslår at anvende netværk som metafor til at beskrive sammenhænge mellem forskellige sociale matematiske praksisser. Hun argumenterer for, at netværkmetaforen anerkender, at kontekstuelle faktorer omkring den konkrete undervisningspraksis i skolen både har betydning for undervisningen og for lærernes professionelle udvikling.

I forhold til naturfagsundervisningen læner jeg mig op ad Valeros forståelse, og jeg ser naturfagsundervisning, naturfagslæreres professionelle udvikling og forskning i naturfagsdidaktik som sociale naturfaglige praksisser, der hænger sammen i et netværk. Netværk af sociale naturfaglige praksisser defineres som en række sociale praksisser som bidrager til at give mening til aktiviteter, hvor folk tænker, lærer eller underviser naturfagligt, såvel som når folk engagerer sig i situationer hvor naturfaglige elementer er til stede. En social naturfaglig praksis kan fx være et naturfagteam, en skole, et kommunalt naturfagligt netværk, et science center, en professionshøjskole, et naturfagsdidaktisk forskningsmiljø eller en kommunal skoleforvaltning. Med andre ord, en praksis som spiller en rolle i forhold til naturfagsundervisning. Det er et forsøg på at skabe en bevægelse væk fra en hierarkisk forståelse af uddannelsessystemet, der i stor udstrækning bygger på begreber som fx bottom-up og top-down forandringsprocesser og den aktørmodel, der blev præsenteret i det foregående afsnit (se figur 1). Ved at indlejre naturfagsundervisning, naturfagslæreres professionelle udvikling og naturfagsdidaktisk forskning som en del af et netværk af sociale naturfaglige praksisser, åbner det op for muligheden for at finde evidens for de komplekse kulturelle, sociale, økonomiske og politiske sammenhænge, der på forskellig måde bidrager til at skabe rammerne for, hvordan disse praksisser indvirker på hinanden. Her er jeg på linje med Dolin (2005), der i sin artikel om naturfagsdidaktiske problematikker konkluderer: ”der er således stort behov for, at de forskellige (aktør-) niveauer kender hinanden og er i stadig dialog med hinanden...”.

Figur 2 er et forsøg på en grafisk fremstilling af de forskellige aktører i et netværk af sociale naturfaglige praksisser omkring naturfagsundervisningen i skolen. Aktørerne i Dolins aktørmodel er medtaget, men andre sociale naturfaglige praksisser er også nævnt og identificeret, fordi de indgår i artiklerne i denne afhandling. Betegnelserne makro, meso og mikro bruges i modellen til at ordne de forskellige sociale naturfaglige praksisser i forhold til deres ”afstand” til lærer-elev relationen i den naturfaglige undervisningspraksis i skolen - det, som Dolin kalder for mikroniveauet i sin model. Grænserne mellem makro, meso og mikro er angivet med stiplede linjer i figuren for at indikere, at de er gennemtrængelige, og at nogle sociale naturfaglige praksisser kan relatere til flere niveauer. Fx forældre, som både har en interesse på det mikroskopiske niveau i forhold til den konkrete undervisning og på det kommunale niveau i forhold til de rammevilkår, skolevæsenet giver for den konkrete undervisning. Ideen med at placere undervisningspraksis i centrum af netværket bygger på en historisk tradition om, at den konkrete undervisning er omdrejningspunktet for meget didaktisk forskning (Hewson, 2007; Valero, 2009). Men egentlig er det muligt at ophæve makro, meso og mikro grænserne, så netværket kommer til at fremstå uden noget center. Det ville være mere i overensstemmelse med den bevægelse i det forsknings- og udviklingsmæssige perspektiv, som jeg forsøger at introducere i denne afhandling. Men jeg har vurderet, at niveaudelingen af netværket i makro, meso og mikro

kan være anvendelig i et analytisk perspektiv til at kortlægge sammenhænge mellem de sociale naturfaglige praksisser, der knytter sig til forandringsprocesserne i reformerne af naturfagsundervisningen.

Figur 2: Model af netværk af sociale naturfaglige praksisser



Forskningsmæssigt åbner netværksmetaforen mulighed for at få en dybere indsigt i betydningen af relationerne mellem forskellige sociale naturfaglige praksisser og for at få en dybere indsigt i problematikker, som vedrører multiple aktører i netværket (Valero, 2009). I denne afhandling afgrænses det til relationer og problematikker, som vedrører naturfagslæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser.

I forskningsarbejdet, som ligger til grund for artiklerne, anvendte jeg tre forskellige strategier til at studere naturfaglæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser i netværket af sociale naturfaglige praksisser. Den første strategi var at undersøge, hvordan et udsnit af sociale naturfaglige praksisser i det store netværk hænger sammen i en speciel historisk kontekst. Den type problemstillinger, som man undersøger med denne strategi, afhænger af naturen af relationer mellem de forskellige naturfaglige praksisser, der indgår i analyseenheden.

Den anden strategi var at undersøge relationer mellem makro-, meso- og mikro sociale praksisser. Det kunne fx være udviklingen af den naturfaglige kultur, som Dolin fremhæver som en problemstilling, der relaterer sig til både makro-, meso- og mikroniveau (Dolin, 2005). Den tredje strategi var at beskrive den tidsmæssige politiske-historiske konstitution af netværket af sociale naturfaglige praksisser. Netværksmetaforen synliggør, at sociale naturfaglige praksisser til tider er tæt koblede og andre gange løst koblede. Det afhænger af de politisk-historiske omstændigheder. I netværksmodellen kan det illustreres med, at forbindelseslinjerne mellem aktørerne i nogle tidsrum er tykke og i andre tidsrum tynde.

Forskningsmål

1. Identificere karakteristika ved de politiske omstændigheder for naturfaglige uddannelsesreformer i perioden 2001-2009.
2. Undersøge natur/teknik-læreres professionelle udvikling ved deltagelse i forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser.
3. Identificere karakteristika ved sociale naturfaglige praksisser, som har betydning for udvikling af natur/teknik-læreres professionelle identitet.

Forskningsspørgsmål

Forskningsspørgsmålene, som undersøges i denne afhandling er:

1. Hvad var de politiske omstændigheder for naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark i perioden 2001-2009?
2. Hvad er de overordnede karakteristika ved naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark i 2001-2009 set ud fra læreres perspektiv?
3. Hvilke relationer i et netværk af sociale naturfaglige praksisser kan konceptualiseres for at støtte natur/teknik-læreres professionelle udvikling?
4. Hvilke muligheder og barrierer er der for natur/teknik-lærere for at deltage i udvikling af sociale naturfaglige praksisser i skolen og i kommunale netværk?
5. Hvordan kan natur/teknik-læreres relationer i sociale naturfaglige praksisser i skolen støtte deres udvikling af professionel identitet?

Organisering af afhandling

Jeg har opbygget afhandlingen omkring seks artikler, der præsenteres i kapitel 8 og 9. Artiklerne belyser den uddannelsespolitiske rammesætning af de seneste års naturfaglige uddannelsesreformer samt natur/teknik-læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser i det netværk af sociale naturfaglige praksisser, der blev skabt i et udviklingsprojekt (NaTeKu).

En væsentlig del af det empiriske grundlag for fire af artiklerne er rammesat af NaTeKu-projektet. I kapitel 6 redegør jeg for NaTeKu som en scene til at udforske natur/teknik-læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser. Det var Naturvidenskabernes Hus (NVH) i Bjerringbro, som oprindeligt tog initiativ til projektet. NVH's begrundelse for at initiere projektet var et ønske om at styrke den naturfaglige kultur og progression i natur/teknik på de deltagende skoler og i kommunerne. Projektet fik navnet NaTeKu, en sammentrækning af "Natur/Teknik" og "Kultur".

I kapitel 7 redegør jeg for de overordnede metodeovervejelser og hensyn, der er taget i forskningsarbejdet. Der præsenteres en oversigt over de indsamlede data og anvendte forskningsmetoder. Sidst i kapitlet findes en oversigt over indsamlede data i relation til de forskellige artikler.

I kapitel 8 og 9 præsenteres de seks artikler, der belyser, analyserer og diskuterer forskellige sociale, kulturelle og politiske elementer, som har bidraget til at rammesætte natur/teknik-læreres professionelle udvikling gennem deltagelse i et netværk af sociale naturfaglige praksisser. Tre artikler er skrevet på engelsk, og tre artikler er skrevet på dansk. Figur 3 viser, hvordan de seks artikler relaterer til makro-, meso- og mikroniveau.

Figur 3: Artiklerne i relation til makro-, meso- og mikroniveau.



I artiklerne anvendes en række begreber til at karakterisere relevante forhold ved relationer mellem forskellige sociale naturfaglige praksisser. På makroskopisk niveau er det begreberne: *diskursive relationer mellem magtniveauer og kvalitet i uddannelsesreformer*, som anvendes til at karakterisere centrale forhold vedrørende tilblivelsen af en neoliberalt orienteret uddannelsespolitik og vedrørende implementeringen af uddannelsespolitiske initiativer. På mesoskopisk og mikroskopisk niveau anvendes *naturfaglig kultur*, *professionelle lærende fællesskaber* og *professionel identitet* til at karakterisere forhold om natur/teknik-læreres kollektive arbejde i fagteam og netværk samt relationen mellem lærernes individuelle professionelle udvikling og kollektive processer i fagteam og netværk. Begreberne defineres og diskuteres uddybende i kapitel 8 og 9, når det er relevant.

Artikel 1 og 2, som præsenteres i kapitel 8, redegør på makroniveau for den politiske baggrund for de reformer, der har været i naturfagene gennem de sidste 10-15 år, og for udfordringerne ved at implementere konkrete uddannelsespolitiske initiativer ud fra både et innovations-fokus og et kapacitetsudviklings-fokus. Hvor artikel 1, ”The neoliberal utopia and

science education in Denmark; Education for working life”, relaterer en global neoliberal diskurs til den danske uddannelsespolitiske diskurs i perioden 2001-2009, så er fokus i artikel 2, ”Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisningen i Danmark – læreres ressourcer og roller i reformprocesser”, kvaliteten af reformer set ud fra lærernes perspektiv.

Alle artikler i kapitel 9 har overvejende et kapacitetsudviklings-fokus. De sammenvæver et meso- og mikroperspektiv, og i to af artiklerne også et makroperspektiv for at belyse:

- fremmende og hæmmende faktorer for implementering af både fokuserede innovative forandringer og fokuserede kapacitetsudviklende faktorer i skoler og kommuner i NaTeKu-udviklingsprojektet
- betydningen af fagteam og kommunale naturfaglige netværk i netværk af sociale naturfaglige praksisser
- rekultivering af natur/teknik-læreres sociale naturfaglige praksisser i skolen og i kommunale netværk
- de kommunale konsulenters rolle og deltagelse i stilladsering af forandringsprocesser omkring natur/teknik-læreres sociale naturfaglige praksisser.

Artikel 3 og 4 relaterer primært til sociale naturfaglige praksisser på det kommunale niveau. Artikel 3, ”Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik”, er en kortlægning af elementer, der har betydning for udvikling og vedligeholdelse af den naturfaglige kultur på de deltagende skoler. Artikel 4, ”Municipal consultants’ participation in building networks to support science teachers’ work”, er en undersøgelse af de kommunale konsulenters rolle og deltagelse i udvikling af kommunale netværk for natur/teknik-lærere. I artikel 5 og 6 fokuserer jeg på natur/teknik-læreres samarbejde og individuelle professionelle udvikling. I artikel 5, ”Exploring the effects of developing collaboration in a primary science teacher community”, undersøges muligheder og barrierer for at udvikle et fagteam til et lærende fælleskab. Fokus i denne artikel er primært de kollektive aktiviteter og læreprocesser i fagteamet. I artikel 6, ”Udvikling af naturfagslæreres professionelle identitet i lærende fælleskaber”, er fokus på samspillet mellem læreres professionelle identitetsudvikling og det kollektive arbejde i et fagteam.

I kapitel 10 følger en opsamling og en perspektivering, hvor jeg samler trådene og trækker nogle mulige perspektiver frem.

6. NaTeKu – en scene til at forske i naturfagslæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser

I dette kapitel introducerer jeg NaTeKu-projektet, som udgør en væsentlig ramme for store dele af den forskning der ligger til grund for denne afhandling. Projektets ide var at vise, at det var muligt at forandre den naturfaglige kultur omkring natur/teknik i skolen. Set i et metaperspektiv var projektet en organisatorisk ramme til afprøvning af forskellige former for professionelle udviklingsaktiviteter for natur/teknik-lærere i de deltagende skoler og kommunale netværk. Projektet kan ses som et eksempel på, hvordan man operationaliserer læreres professionelle udvikling indholdsmæssigt og organisatorisk i et netværk af sociale naturfaglige praksisser på skole-, kommunalt- og regionalt niveau. Jeg vil lægge ud med at redegøre for projektets historie og baggrund. Herefter følger projektets organisation, mål, succeskriterier, udviklingsdimensioner og overordnede projektaktiviteter.

Projektets historie og baggrund

Udviklingsprojektet blev etableret i 2007 i et partnerskab mellem Naturvidenskabernes Hus (NVH), Herning Kommune, Randers Kommune, Silkeborg Kommune og Viborg Kommune. Projektets formål var at styrke den naturfaglige kultur på de medvirkende skoler. Projektet byggede på en antagelse om, at hvis man styrkede den naturfaglige kultur i natur/teknik, ville det styrke progressionen i natur/teknik-undervisningen fra 1.-6. klasse. Der deltog 20 skoler med i alt 81 lærere sammen med deres respektive klasser i projektet. Aktiviteterne fokuserede på at styrke progressionen i natur/teknik, at skabe gode undervisningsmæssige rammer samt at udvikle modeller for videndeling om undervisningspraksis i skolen, i kommunerne samt i et skole-til-skole-netværk. Projektets samlede budget var på 6 millioner kroner. Heraf søgte partnerne om og fik bevilliget 3 mio. kroner til projektet fra Undervisningsministeriet. Hver kommune bidrog med 750.000 kroner i medfinansiering. I juni 2010 blev NaTeKu-projektet afsluttet.

NaTeKu var i sit idégrundlag inspireret af Science Team K-projektet¹, hvis overordnede formål var at vise, hvordan en kommunal indsats kunne bidrage til at styrke unges interesse for naturvidenskab. NaTeKu-projektet brugte bl.a. erfaringerne fra Science Team K til at udvikle aktiviteter, der kunne styrke den naturfaglige kultur omkring natur/teknik på de deltagende skoler.

¹ Science Team K var et udviklingsprojekt, der blev etableret på baggrund af en bevilling på 7,9 millioner kroner fra Lundbeck-fonden. (Dansk Naturvidenskabsformidling, 2010, <http://www.formidling.dk/sw460.asp>)

I marts 2007 indgik Naturvidenskabernes Hus (NVH) en aftale med Aalborg Universitet om at stå for evalueringen af NaTeKu-projektet. Formålet med evalueringsprojektet var at sikre, at erfaringerne fra projektet kunne bruges til forsat kvalitetsudvikling i projektet samt at dokumentere og videreformidle projektets resultater. Der opstod en mulighed for at knytte evalueringsopgaven til et ph.d.-projekt, således at en del af de økonomiske midler til evalueringen gik til medfinansiering af nærværende ph.d.-projekt. Resten af pengene til ph.d.-projektet blev finansieret af VIA University College/Læreruddannelsen i Silkeborg. Hermed var der skabt en tæt forbindelse mellem de tre projekter, der alle kredsede om samme indsats.

Formuleringen af evalueringsprojektet og forskningsprojektet skete mere eller mindre sideløbende. Hvor evalueringsprojektets formål imidlertid var at evaluere NaTeKu-projektet i forhold til dets målsætninger, så blev der indgået en aftale om, at forskningsprojektet skulle fokusere på natur/teknik-læreres deltagelse i lærende fællesskaber i forandringsprocesser. De empiriske undersøgelser, der fremhæves i denne afhandling, har alle været designet ud fra både evalueringsprojektets og forskningsprojektets formål og interesser. Mit engagement som evaluator var udelukkende at give feedback til projektet og bidrage til dokumentation af effekterne. Det var projektledelsen i samarbejde med styringsgruppen, som traf de overordnede beslutninger i projektet. Men samtidig fik jeg lov at bruge det empiriske materiale i mit ph.d.-projekt, og der var på den måde skabt et gensidigt afhængighedsforhold mellem projekterne. Det tætte samarbejde med NaTeKu-projektet har været afgørende for kvaliteten af det empiriske materiale. Samarbejdet resulterede i et dybt og personligt engagement i projektet, som efter al sandsynlighed har påvirket mine valg og analyser undervejs. Hele tiden i forløbet har jeg tilstræbt en vis distance til analyserne af datamaterialet. Kvaliteten af det empiriske materiale er imidlertid kun opnået, fordi jeg i opbyggede et fortroligt forhold til projektdeltagerne over lang tid i NaTeKu-projektet. Evalueringsresultaterne for NaTeKu-projektet er der redegjort for i rapporten ”Natur/Teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen – evalueringsrapport” (Sillasen & Valero, 2011).

Rammevilkår

Der er særligt 2 rammevilkår, som på forskellig vis har påvirket projektets gennemførelse i de forskellige kommuner:

1. Kommunalreformen medførte en restrukturering af kommunerne, som trådte i kraft 1. januar 2007. Den betød, at forvaltningen i flere af de deltagende kommuner skulle reorganiseres, og nye samarbejdskulturer skulle etableres. Det havde i visse tilfælde betydning for de kommunale konsulents arbejdsvilkår og for skolernes ressourcemæssige råderum i forhold til NaTeKu-projektet.
2. Regeringen havde gennem en årrække haft øget fokus på naturfagene i folkeskolen. Et fokus, der dels udsprang af, at Danmark præsterede middelmådigt i internationale

undersøgelser, samt at der i samfundet var (og stadig er) en bred diskurs om, at hvis Danmark skal klare sig i en globaliseret vidensøkonomi, så skal flere unge uddanne sig inden for de naturvidenskabelige, ingeniørfaglige og sundhedsfaglige områder. Regeringens handlingsplan for naturfagene (Andersen, 2006; Andersen, 2008) udmøntede sig i etableringen af NTS-centret, nationale tests, midler til renovering af naturfagslokaler, midler til lærernes efter- og videreuddannelse, reform af læreruddannelsen, øget fokus på naturfagsdidaktisk forskning etc. Endelig så man, at der rundt om i landet blev etableret naturfaglige science centre, som både tilbød undervisningsaktiviteter og pædagogisk support til uddannelsessystemet.

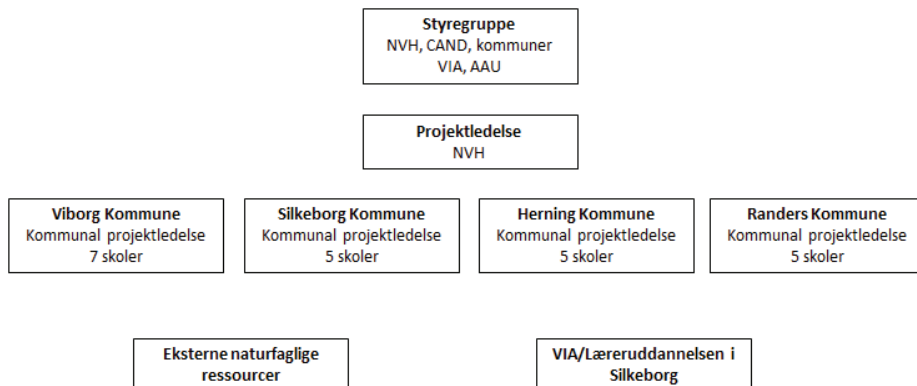
Projektets organisation

Den overordnede projektledelse varetog Søren Chr. Sørensen fra Naturvidenskabernes Hus (NVH). Til støtte for hans arbejde var der nedsat en styregruppe og en fælles projektledelse.

I styregruppen sad repræsentanter fra henholdsvis kommunernes skoleforvaltninger, Center for Anvendt NaturfagsDidaktik (CAND) samt VIA University College (VIA)/Aalborg Universitet (AAU). I styregruppen traf man beslutninger om overordnede retningslinjer for økonomien i projektet.

Den fælles projektledelse havde ansvar for, at projektets målsætninger blev implementeret og omsat til handlinger på såvel kommunalt niveau som på den enkelte skole. Den fælles projektledelse bestod af de kommunale konsulenter, som var centrale aktører i kommunernes netværk mellem skolerne. I praksis udgjorde projektledelsen og styregruppen samme personkreds på nær Karsten Enggaard (lederen af CAND), som udelukkende deltog i styregruppemøderne. Min rolle i styregruppen var som evaluator kun at give feedback om projektets resultater og progression.

Figur 4: Organisationsdiagram for NaTeKu



Udviklingsgruppens sammensætning varierede fra skole til skole. På de fleste skoler var det fagteamet i natur/teknik. Mens det på de øvrige skoler var en blanding af natur/teknik-lærere og naturfagslærere fra overbygningen. På alle skolerne spillede ledelsen en aktiv rolle i projektets tilblivelse og i forhold til implementeringen i skolens organisation. Ledelsens aktivitet i projektet var fx forhandling med udviklingsgruppen om lokale mål for udviklingsprocessen på skolen, løbende koordinering med udviklingsgruppen om progression i aktiviteterne samt koordinering om forankring af projektet i skolens organisation.

Alle kommunerne ansatte fra projektets start Lars du Jardin Nielsen (www.skolevisioner.dk) som faglig konsulent til at støtte skolerne med at definere konkrete udviklingsaktiviteter. Lars du Jardin Nielsen deltog i 2008-9 i udviklingsmøder på mange af skolerne. Hans konsulentarbejde havde stor betydning for skolernes design af udviklingsaktiviteter. I projektets sidste år havde kommunerne ikke økonomi til at opretholde Lars du Jardin Niensens ansættelse som faglig konsulent. Eksterne naturfaglige ressourcer er personer fra naturskoler, VIA UC og science centre. På diverse kommunale fællessamlinger bidrog de med specifikke oplæg, workshops og konsulentarbejde lokalt i kommunerne.

Mål

NaTeKu-projektets mål var:

- at sikre progression i natur/teknik undervisningen på de medvirkende skoler
- at udvikle modeller for videndeling af naturfaglig kultur i skole-til-skole-netværk og kommunale netværk til udveksling af eksempler på naturfaglig kultur

Succeskriterier

Succeskriterierne var en udfoldning af projekts mål på det konkrete plan. På den ene side kan målene opfattes som sigt punkter, der var med til at indkredse kerneaktiviteterne i projektet. På den anden side definerer succeskriterierne sammenhænge mellem projektets målsætninger og udviklingsdimensionerne i projektet. Succeskriterierne var:

- at relationerne mellem de naturfaglige aktører på og omkring den enkelte skole blev forstærket
- at aktørerne på og omkring skolen² oplevede en samhörig ansvarsfølelse for skolens samlede udvikling på det naturfaglige område
- at aktørerne på skolen initierede tiltag, som kunne styrke natur/teknik-undervisningen. Disse tiltag kunne fx være adgang til nye ideer og faglig ekspertise, fokus på evaluerings- og dokumentationsformer, ressourcepersoner til vejledning af kolleger, fælles forberedelsestid, forbedring af fysiske rammer og adgang til eksemplariske undervisningsplaner og -materialer
- at skolens samlede natur/teknik-undervisning var præget af større koordination og sammenhæng
- at der blev udviklet aktiviteter og modeller for videndeling i skole-til-skole-netværk og kommunale netværk
- at den positive udvikling, som projektet skabte, forblev varig både på den enkelte skole, i skole-til-skole-netværk samt i de kommunale netværk

Udviklingsdimensioner

Projektledelsen brugte succeskriterierne til at formulere et katalog over mulige udviklingsdimensioner i projektet. Udviklingsdimensionerne var et inspirationskatalog med konkrete aktiviteter, som efter projektledelsens vurdering kunne bruges til at skabe en positiv

² Aktører ”omkring skolen” defineres som: skolens bestyrelse, den kommunale forvaltning, børnehaven, SFO, lokale erhvervsvirksomheder, science centre o.a.

udvikling af den naturfaglige kultur omkring natur/teknik på de deltagende skoler og i de kommunale netværk. Udviklingsdimensionerne var:

Skolens naturfaglige team. Initiering af en naturfaglig teamtænkning er en grundpille i udviklingen af den enkelte skoles naturfaglige kultur. Det er i skolens naturfaglige team, at arbejdet med at beskrive og koordinere naturfaglige ressourcer foregår, ligesom det er her, at den grundlæggende pædagogiske diskussion om naturfaglig undervisning finder sted.

Den naturfaglige vejleder. Den naturfaglige vejleders opgave er at introducere kolleger til undervisningsmaterialer, bidrage til tilrettelæggelse af ekskursioner og emneuger, vejlede ved planlægning af undervisning, tage initiativ til pædagogisk diskussion af skolens naturfaglige undervisning i fagteam samt deltage i opbygningen af netværk.

Lokale undervisningsplaner i naturfag. Fælles Mål er de retningslinjer, som natur/tekniklæreren står med, når vedkommende skal planlægge og gennemføre sin undervisning. For fagligt kompetente lærere er Fælles Mål et godt redskab. Andre lærere kan have sværere ved at forstå betydningen af målene og at omsætte dem til konkrete planer. For disse lærere vil det måske være en støtte at have en undervisningsplan, der er formuleret i konkrete forløb og handletermer tilpasset skolens rammer.

Fælles planlægning – fælles ansvar. Fælles planlægning refererer til relationen mellem fagteam, årgangsteam og den enkelte lærers undervisningspraksis.

Overdragelsesforretninger. Ved lærerskift er det naturligt, at lærere taler sammen, men det er ikke altid formaliseret. Lærerskift i natur/teknik forekommer hyppigere end i andre fag, hvilket kan være årsag til en lav, faglig progression. Udviklingen af en formaliseret overdragelsesforretning kan formodentlig bidrage til en øget progression i faget trods hyppige lærerskift - en oplagt opgave for skolens naturfaglige team.

Rum til naturfag. Skolens rum til naturfagsundervisning og materialesamling samt organisering af og tilgængelighed til samlingen har stor betydning for undervisningen. Ved rum forstås faglokaler og laboratorier, gangarealer, bibliotek, udstillingsområder, skolens udearealer samt andre alternative læringsrum. Den enkelte skoles fysiske rammer for natur/teknik- undervisningen i form af rum og undervisningsmaterialer kan tages op til overvejelse. Udarbejdelse af status og udviklingsplaner er centralt i denne sammenhæng.

Evaluering. Evaluering af undervisningen kan dokumentere, at realiseringen af andre udviklingsdimensioner er med til at styrke den enkelte elevs læring og den samlede progression i natur/teknik.

Samarbejde med eksterne naturfaglige ressourcer. Eksterne naturfaglige ressourcer er fx science centre, alternative læringsmiljøer, kommunens tekniske afdeling og erhvervsvirksomheder. Forskning har påvist, at et samarbejde med eksterne, naturfaglige ressourcer tilrettelagt på en fornuftig måde kan bidrage positivt til elevernes samlede læringsudbytte.

Aktiviteter

Projektet var baseret på en partnerskabs- og samfinansieringsmodel, hvor det forventedes, at ressourcer stillet til rådighed af projektet blev modsvaret af en både finansiell og arbejdsmæssig investering fra kommunerne og de deltagende skoler. Projektledelsen indgik samarbejdsaftaler med kommunerne og skolerne, der dels forpligtigede kommunerne til at dedikere en del af den naturfaglige konsulenters arbejdstid til projektet, og dels forpligtigede den enkelte skole til at tildele den enkelte lærer udviklingstid til deltagelse i projektets aktiviteter i 3 år.

Projektets design var at etablere en stilladserende struktur til at støtte konkrete initiativer, der enten udsprang af faglige fællesskaber på den enkelte skole eller i lokale netværk mellem lærere. Projektstrukturen skulle yde stærk support til initiativerne ved hjælp af de kommunale fagkonsulenter, til at skabe kontakt til relevante ressourcepersoner eller science centre, til at etablere workshops, til at formidle viden til inspiration for udviklingsaktiviteterne etc., support til at skabe organisatoriske ”rum” for aktiviteterne og i visse tilfælde til at yde økonomisk støtte. På den enkelte skole var projektaktiviteten opdelt i 4 overordnede faser:

1. Information og accept (efterår 2007)
2. Behovsanalyse, udredning og formulering af udviklingsaktiviteter (efterår 2007 – forår 2008)
3. Udvikling og forandring (efterår 2008 – forår 2009)
4. Evaluering, justering og institutionalisering (efterår 2009 – forår 2010).

En mere uddybende redegørelse for aktiviteterne på de enkelte skoler samt i de kommunale netværk findes i selvevalueringsrapporten (Bilag 11) og i den afsluttende evalueringsrapport (Sillasen & Valero, 2011).

Der var en række overordnede aktiviteter, som projektet stod for:

- Fælles konferencer og seminarer: Opstart, midtvejs og afsluttende for hhv. lærere og skoleledere.
- Kommunale konferencer og workshops, hvor lærerne udvekslede eksempler på nyudviklede undervisningsaktiviteter.

NaTeKu-projektet blev afsluttet i august 2010. Naturvidenskabernes Hus tog derefter initiativ til NaTeKu-2, et vidensspredningsprojekt med fokus på at udbrede viden om god praksis fra det første NaTeKu-projekt til andre skoler. NaTeKu-2 bygger også på en partnerskabs- og samfinansieringsmodel. Flere af kommunerne i NaTeKu-projektet har samtidig været involveret i projekt Danske Science Kommuner. Fokus i dette projekt er bl.a. at udvikle en kommunal organisation og naturfagsstrategi, som omfatter alle skoler og eksterne naturfaglige ressourcer i lokalområdet. NaTeKu-projektets vidensbase blev i enkelte kommuner integreret i naturfagsstrategien.

7. Metodologi

Dette kapitel samler de overordnede metodeovervejelser og hensyn, der er taget i det empiriske arbejde. Jeg præsenterer en oversigt over de anvendte forskningsmetoder på henholdsvis makro-, meso- og mikroniveau, ligesom jeg begrundet mine metodevalg. Den detaljerede analysestrategi anvendt i artiklerne præsenteres i de respektive artiklers metodeafsnit.

Mixede metoder og pragmatisme

Min forskningsmetodiske tilgang er inspireret af mixede metoder, der kombinerer kvantitative og kvalitative metoder (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Det mest fundamentale i mixede metoder er forskningsspørgsmålene. Ud fra forskningsspørgsmålene vælger man de undersøgelsesmetoder, som sætter én i stand til at give de bedste svar. Det filosofiske udgangspunkt for mixede metoder er pragmatismen. I det pragmatiske paradigme kan forskningstilgange mixes på forskellige måder, alt efter hvilke tilgange, der giver de bedste muligheder for at besvare de konkrete forskningsspørgsmål. Undersøgelsesmetoderne er en kombination af induktion (opdagelse af mønstre), deduktion (hypotesetestning) og abduction (afdække den bedst mulige forklaring til at forstå de aktuelle resultater). Den pragmatisk tilgang er en praktisk og udbytteorienteret undersøgelsestilgang, som leder til yderligere handling, og som eliminerer tvivl.

Empiriske undersøgelser på makroniveau

På makroniveau har jeg været interesseret i dels at forstå den uddannelsespolitiske baggrund for de naturfaglige reformer i skolen gennem de sidste 10-15 år, dels at forstå udfordringerne ved at implementere konkrete uddannelsespolitiske initiativer set ud fra lærernes position i uddannelsessystemet. Disse undersøgelser lavede jeg sammen med to andre ph.d.-studerende Peer Daugbjerg og Jette Schmidt. Vi anvendte to forskellige analysestrategier:

1. Inspireret af Norman Faircloughs diskursive analysestrategi (Fairclough, 2001) undersøgte vi resonanser mellem en global neoliberal diskurs, en national uddannelsespolitisk diskurs og implementeringen af neoliberalistiske ideer i fx Fælles Mål for naturfagene (Undervisningsministeriet, 2009).
2. Intertekstuel analyse af uddannelsespolitiske dokumenter.

Analysen baserer sig på politiske dokumenter fra OECD (Centre for Educational Research and Innovation & OECD, 1997; DeSeCo, 2005; OECD, 1960; OECD, 1989; OECD, 2001), Undervisningsministeriet (Egelund, 2002; Søndergaard, Bang Pedersen, & Seest, 2009; Undervisningsministeriet & Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, 2004), politiske

udtalelser i Folketinget samt generelle politiske dokumenter fra regeringen i perioden 2001-2009 (Regeringen, 2006; Undervisningsministeriet, 2002a; Undervisningsministeriet & Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, 2004).

Empiriske undersøgelser på henholdsvis skole- og kommunalt niveau

På meso- og mikroniveau fik jeg muligheden for at undersøge natur/teknik-læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser rammesat af NaTeKu-projektet. Jeg fulgte udviklingen på samtlige involverede skoler, samtidig med at jeg gerne ville opnå en detaljeret indsigt i udviklingen på enkelte skoler. På kommunalt niveau fulgte jeg udviklingen af netværksaktiviteterne og de kommunale konsulenters deltagelse heri. Jeg valgte forskellige undersøgelsesstrategier på henholdsvis det kommunale niveau og skoleniveau. Men fælles for begge niveauer var, at jeg forsøgte at triangulere flere forskellige slags data, både kvantitative og kvalitative, så de forskellige datatyper gensidigt kunne informere hinanden og give mig et billede af de mønstre og sammenhænge, som jeg forsøgte at afdække. De indsamlede data kan inddeles i fire kategorier (se figur 5) alt efter, hvilke metoder, der er benyttet til dataindsamlingen, hvornår i projektet de er indsamlet og med hvilket formål. Overordnet set gav de kvantitative metoder mulighed for at stille nogle spørgsmål, som de kvalitative metoder kunne være med til at besvare. Af de mange data, som jeg fik indsamlet i forbindelse med evalueringen af NaTeKu-projektet, har jeg kun anvendt en mindre del i artiklerne i denne afhandling. Hvilke data, der er brugt, afhænger af den problemstilling, som undersøges i de respektive artikler. I figur 7 på side 56 er en oversigt over de specifikke data, der er anvendt i de forskellige artikler.

Figur 5: Oversigt over de forskellige dataindsamlinger i NaTeKu-projektet

| |
|---|
| NaTeKu-undersøgelsen 2008 og 2010 |
| NaTeKu-undersøgelsen var en longitudinal spørgeskemaundersøgelse, som bestod af to målinger i henholdsvis 2008 og 2010. De to målinger kan karakteriseres som et "før-" og et "efterbillede" af udviklingsaktiviteternes indvirkning på natur/teknik-lærernes praksis. Datamaterialet har beskrivende værdi, fordi de dels afdækker lærernes praksis, dels deres holdninger til forskellige aspekter af deres daglige praksis og skolernes naturfaglige kultur. I 2008 besvarede 62 lærere spørgeskemaet, og i 2010 besvarede 38 lærere spørgeskemaet. Se bilag 1-2-9-12-15-16. |
| Casestudier på 3 skoler 2009 |
| Med udgangspunkt i NaTeKu-undersøgelsen 2008 blev 3 skoler udvalgt til dybdegående casestudier for at afdække variationen i skolernes tiltag med at udvikle deres lokale naturfaglige kultur. Materiale til diverse oplæg i casestudierne findes i bilag 5-6-7-8-9. |
| Skolernes selvevaluering 2010 |
| I selvevalueringen blev skolerne bedt om at redegøre for, hvilke aktiviteter de havde gennemført i projektet. Desuden blev udviklingsgrupperne bedt om at evaluere udviklingsprojektets effekt på en række områder: Fagteamets kollektive arbejde, den enkelte lærers praksis, aktiviteterne vedblivende værdi, det kommunale netværk og formidlingen af projektets resultater. Se bilag 3-9-11. |
| Kommunal konsulentundersøgelse 2010 |
| De kommunale konsulenter blev bedt om at redegøre for projektets aktiviteter i deres respektive kommuner og vurdere, hvilke potentialer og barrierer, der var for at udvikle netværk mellem de skoler, som deltog i projektet. Spørgeguiden til de kommunale konsulents redegørelser findes i bilag 4. Deres skriftlige redegørelser blev fulgt op af et gruppeinterview, hvor de kommunale konsulenter fik lejlighed til at validere evaluatorenes fortolkninger af deres skriftlige redegørelser. Se bilag 4-9. |

På skoleniveau anvendte jeg både spørgeskemaer (NaTeKu-undersøgelsen 2008 (bilag 1) og 2010 (bilag 2)), skolernes selvevalueringsrapporter og casestudier. Jeg valgte at bruge spørgeskemaerne i kombination med casestudier som den primære undersøgelsesmetode. Skolernes selvevalueringsrapporter leverede supplerende oplysninger i diverse analyser.

På kommunalt niveau anvendte jeg de skriftlige redegørelser fra de kommunale naturfaglige konsulenter (KK), interviews med KK'er, skolernes selvevaluering og de spørgeskemaer, som lærerne svarede på. KK'ernes skriftlige redegørelser gav information om netværksaktiviteterne. Interviews med KK'erne bidrog til at opnå en detaljeret indsigt i KK'ernes deltagelse i netværksaktiviteterne og deres støtte til fagteamene på skolerne. Fra skolernes selvevalueringsrapporter og spørgeskemaerne fik jeg lærernes vurdering af KK'ernes arbejde.

NaTeKu-undersøgelsen 2008 og 2010

Den kvantitative undersøgelse består af to spørgeskemaundersøgelser. Det første spørgeskema (NaTeKu-undersøgelsen 2008, bilag 1) blev distribueret til lærerne i foråret 2008. Det andet spørgeskema (NaTeKu-undersøgelsen 2010, bilag 2) blev distribueret til lærerne i april 2010. Spørgeskemaerne indeholdte en lang række identiske spørgsmål, så det var muligt at spore forandringer i lærernes vurdering af udviklingsprojektets indvirkning på deres samarbejde med andre natur/teknik-lærere, egen undervisningspraksis samt forskellige aktørers betydning for udviklingen af samarbejdet mellem natur/teknik-lærerne.

Spørgeskemaet var designet i Survey X-act. Dette program blev også brugt til e-mail-distribution og den indledende analyse. Med e-mail modtog lærerne link til spørgeskemaet. Efter besvarelse blev svarene sendt til Survey X-act, som administrerede de indkomne svar. I to omgange blev der sendt rykkere til de lærere, som endnu ikke havde svaret. I NaTeKu-undersøgelsen 2008 deltog 81 lærere, hvoraf 60 (74,1 %) afleverede fuld besvarelse, 3 lærere afleverede en delvis besvarelse, og der var 18 lærere, som ikke afleverede nogen besvarelse. I NaTeKu-undersøgelsen 2010 deltog 71 lærere, hvoraf 38 (53,5 %) afleverede fuld besvarelse, 7 lærere afleverede en delvis besvarelse, og der var 26 lærere, som ikke afleverede en besvarelse.

Der var tre typer af spørgsmål i spørgeskemaerne: Deskriptive spørgsmål, holdningsspørgsmål og åbne/kvalitative spørgsmål. De deskriptive spørgsmål indeholdte 5 svarmuligheder, som gav mulighed for at undersøge hyppigheder, fx fra ”meget ofte” til ”aldrig”. Holdningsspørgsmålene blev besvaret på en 5 punkts Likert-skala med en neutral svarkategori i midten. De åbne spørgsmål var en mulighed for at få uddybende svar med respondenternes egne ord. Til analyserne brugte jeg både Excel og analyseprogrammet SPSS.

I NaTeKu-undersøgelsen 2008 blev natur/teknik-lærernes holdninger til en række faktorer kortlagt. Faktorer, som har potentiale til at forme udviklingen af den naturfaglige kultur på skolerne. Resultaterne er publiceret i en delrapport (Bilag 15) og i en artikel i MONA (Sillasen, Valero, & Sørensen, 2010). Resultaterne er analyseret ved hjælp af frekvens-, korrelations- og faktoranalyse.

Forløbsanalyse

Der blev lavet en forløbsanalyse af signifikante mønstre ved de lærere, som gennemførte, og ved dem, som faldt fra undervejs i NaTeKu-projektet. I NaTeKu-undersøgelsen 2010 var der 33 respondenter, som også svarede på NaTeKu-undersøgelsen 2008. Denne gruppe, som i resten af dette afsnit kaldes for ’de gennemførte’, var udgangspunktet for forløbsanalysen. Men der var 21 lærere, som kun deltog i NaTeKu-undersøgelsen i 2008. Dette tal skal sammenlignes med, at der i 2007 startede 81 lærere i projektet. Det var altså ca. 25 % af de oprindelige lærere i NaTeKu-projektet, som ikke deltog i NaTeKu-undersøgelsen 2010. Der er to forklaringer på, at så mange

lærere forsvandt ud af projektet. For det første var der en skole, som valgte ikke at deltage mere i projektet efter det første år. For det andet var der ved time-fagfordelingen på nogle skoler en vis lærerudskiftning i faget undervejs i projektet. Den gruppe, som besvarede NaTeKu-undersøgelsen 2008, men som af forskellige grunde ikke deltog i NaTeKu-undersøgelsen 2010, kaldes i dette afsnit for 'de frafaldne'. Frafaldsanalysen blev lavet med hensyn til køn, alder, anciennitet samt besvarelserne af NaTeKu-undersøgelsen i 2008 for at undersøge om de 33 lærere, der gennemførte NaTeKu-undersøgelsen både i 2008 og i 2010, adskilte sig fra de 27 lærere, der kun gennemførte NaTeKu-undersøgelsen i 2008. Hypotesen om ingen forskel i besvarelserne for 'de gennemførte' og 'de frafaldne' blev testet ved hjælp af Pearson Chi-Square test eller ved hjælp af Fischer Eksakte Test, hvis der var for få observationer i én eller flere af svarkategorierne. For at få mere valide tests blev svarkategori 1 og 2 ('helt enig' og 'enig', eller 'meget ofte' og 'ofte') slået sammen og kategori 4 og 5 ('uenig' og 'helt uenig' eller 'sjældent' og 'meget sjældent') slået sammen. Forskellen i alder og anciennitet mellem 'de gennemførte' og 'de frafaldne' er testet ved hjælp af Mann-Whitney.

I NaTeKu-undersøgelsen 2010 analyseres forskellen mellem besvarelserne af NaTeKu-undersøgelsen 2008 og 2010. Her analyseres besvarelser fra de lærere, som har besvaret NaTeKu-undersøgelsen både i 2008 og 2010 ('de gennemførte'). Spørgsmålene er analyseret ud fra krydstabeller mellem besvarelserne i NaTeKu-undersøgelsen i henholdsvis 2008 og 2010. Ændringen i besvarelserne fra 'før' til 'efter' er beregnet som differensen mellem den enkelte lærers besvarelse i NaTeKu-undersøgelsen 2008 og 2010. Hypotesen om, at der ikke er nogen ændring i besvarelsen mellem NaTeKu-undersøgelsen 2008 og 2010, er blevet undersøgt ved hjælp af t-test. Der er anvendt et signifikansniveau på 5 %. Analysen omfatter også svar på en række åbne spørgsmål, hvor lærerne blev bedt om at vurdere projektets indvirkning på deres undervisningspraksis i natur/teknik.

En detaljeret redegørelse af resultaterne findes i NaTeKu-projektets evalueringsrapport (Sillasen & Valero, 2011).

Casestudier i et explorativt-integrativt design

Jeg gennemførte casestudier af natur/teknik-læreres deltagelse i fagteamudvikling og samarbejdsrelationer på 3 udvalgte skoler. Casestudier er en metode til at studere et komplekst tilfælde. Metoden er baseret på en dybtgående forståelse af tilfældet opnået ved omfattende beskrivelse, analyse og fortolkning af tilfældet taget i sin helhed og kontekst (Launsø & Rieper, 2005). Et komplekst tilfælde vil sige, at sammenhænge ikke kan relateres på en nem og sikker måde. Med dybdegående forståelse menes, at man forsøger at opnå en fyldig og dækkende beskrivelse. Med omfattende beskrivelse, analyse og fortolkning menes, at man tilstræber tætte beskrivelser fra flere forskellige kilder. At tilfældet tages i sin kontekst betyder, at de forhold i

omgivelserne, der antages at have indvirkning på tilfældet medtages i casestudiet. Et tilfælde er i denne sammenhæng en gruppe natur/teknik-lærere på en skole, som deltager i NaTeKu-projektet.

Fra projektets start traf jeg beslutning om, i hvilken retning casestudierne skulle bevæge sig, hvilket påvirkede mine efterfølgende valg. Det betyder, at jeg ikke har kunnet følge Glaser og Strauss' metode i grounded theory (oversat: Grundet teori), hvor teorien vokser ud af de indsamlede data, uden at teorien påvirkes af den videnskabelige observatørs forforståelse (Glaser & Strauss, 2009). Jeg læner mig mere op af Charmaz' position, som bygger på en antagelse om, at den videnskabelige observatør er en del af undersøgelsesfeltet og de data, der indsamles (Charmaz, 2006). I Charmaz' forståelse af grundet teori konstrueres de på baggrund af de forforståelser, som vi bærer med os, det engagement, som vi i nuet har i undersøgelsesfeltet, ligesom de konstrueres i en vekselvirkning med aktører og forskere. Det er urealistisk at tro, at man som iagttagere objektivt kan beskrive relationer mellem mennesker i sociale praksisser. Relationer kommer til syne for forskeren gennem fortolkninger af det felt, vedkommende undersøger. Enhver teoretisk gengivelse skal ifølge Charmaz ikke opfattes som et præcist billede af undersøgelsesfeltet, men som en mulig fortolkning af den.

Kritikere af denne position kan stille spørgsmål ved validiteten af de teorier, man udvikler på baggrund af sine forforståelser og fortolkninger af data (Bryman, 2012). Men validiteten af fortolkningerne kan øges ved at skabe korrespondens mellem den teoretiske beskrivelse af, hvad informanterne siger, og den måde de reelt agerer på, ved at lade dem tjekke, om forskeren har forstået noget af det, der foregår i feltet (Maaløe, 2002). Med andre ord om muligt at skabe et grundlag for at udvikle en praktisk og teoretisk indsigt ud over forskerens egne forudfattede forestillinger.

Maaløe (2002) foreslår et eksplorativt-integrativt design af casestudier, der integrerer teoridrevne analyser af cases med en grundet teori-tilgang. Denne metode er jeg inspireret af i mine casestudier. I det eksplorativ-integrative design er logikken, at ingen kan tænke forudsætningsløst uden en eller anden form for teoretisk forståelse af problemfeltet. Men forskeren må være sig bevidst om, hvilke teoretiske forudsætninger, vedkommende bærer med sig i beskrivelsen og fortolkningen af feltet. Derfor anbefaler Maaløe, at undersøgelser tilrettelægges på en sådan måde, at forskeren åbent kan vedkende sig sine teorier og øvrige strukturerede forudsætninger. Metoden er, at forskeren starter top-down med en teori som grundlag for vedkommendes analyse, mens man i feltet søger at arbejde bottom-up med data fra informanterne. For at skabe dialog mellem den teoridrevne indsigt og den grundede teori-tilgang kan det være en fordel at opstille et scenarie for, hvad man forventer at få svar på.

Et scenarie er en a priori-fortælling om de sammenhænge og data, som forskeren ud fra sine forudsætninger forventer vil vise sig i feltet. Med andre ord en tentativ blanding af deduktion fra den teori, man kender, kombineret med en praksisforståelse, der leder frem til en række

forventninger om, hvordan aktører interagerer i feltet. Den tjener til at definere aktører, integrere teorier til et helhedsbillede om, hvordan forskellige rolleindehavere kan tænkes at agere. Scenariet er ikke bindende i det eksplorative-integrative design, men tjener til at afdække huller og skjulte forudsætninger, som man ikke har erkendt som forudsætning for at anvende teorier på det valgte område. Scenariet i mit tilfælde er en natur/teknik-lærers daglige praksis og de samarbejdsrelationer i natur/teknik, som vedkommende indgår i på skolen.

Udvælgelse af skoler til casestudier

Udvælgelsen af skoler til casestudierne skete ud fra et ønske om både at afdække typiske mønstre og at afdække det, der kendetegnede forskelligheden. Min udvælgelsesstrategi var maksimal variation (Neergaard, 2007). Logikken ved maksimal variation er, at fælles mønstre, der opstår på baggrund af stor deltagervariation, er af speciel interesse og værdi med hensyn til at indfange centrale erfaringer og fælles aspekter eller resultater. Det er vigtigt, at de cases, som udvælges efter det maksimale variationsprincip, er udsat for samme type påvirkning som fx i udviklingsarbejdet ”Natur/teknik og den naturfaglige kultur”. Variationen i et lille antal cases maksimeres ved at identificere forskellige kriterier for, hvilke cases, der udvælges. Valget af skoler og lærere tager afsæt i en række kriterier, der knytter sig til spørgsmålskategorierne i NaTeKu-undersøgelsen (2008). Kriterier, som efter min antagelse havde indvirkning på lærernes holdning til og deltagelse i et fagteamsamarbejde:

Lærernes personlige kompetencer og uddannelse. Gruppen af lærere i undersøgelsen havde forskellige faglige forudsætninger. I populationen indgår både 1) lærere, der ingen formel, naturfaglig uddannelse har, 2) lærere, der har en formel uddannelse i et eller flere af naturfagene, samt 3) enkelte lærere, der har taget videreuddannelse i naturfag. Det tilstræbes, at specielt kategori 1. og 2. er opfyldt, men også 3., hvis det kan lade sig gøre.

Geografisk spredning og skolens størrelse. I undersøgelsen indgår både skoler, der ligger i befolkningstætte områder, og skoler, som ligger i landområder. Desuden er der variation i størrelsen af de deltagende skoler. Skolens størrelse har betydning for den interne organisering af lærerarbejdet.

Lærer-til-lærersamarbejde. Lærer-til-lærersamarbejdet er med til at synliggøre fagets placering i et helhedsbillede af undervisningen. Lærerne skulle vurdere betydningen af henholdsvis samarbejdet i klasseteams og af samarbejdet med andre natur/teknik-lærere for deres undervisning i natur/teknik.

Økonomiske og organisatoriske vilkår. Det drejer sig om at få belyst gode og mindre gode vilkår for etableringen af rammerne omkring faget. Det organisatoriske perspektiv belyses gennem lærernes svar på spørgsmål om ledelsens opbakning til at udvikle samarbejdet omkring faget og

fagteam møderne. Ressourcer til indkøb af materialer, bøger og efteruddannelse udsiger noget om de økonomiske vilkår

En væsentlig forudsætning for valget af informanter var, om lærerne i NaTeKu-undersøgelsen (2008) havde svaret positivt på, om jeg måtte bruge dem som informanter i casestudierne. Med udgangspunkt i kriterium 1, 2 og 3 udvalgte jeg tre skoler til casestudierne. Kriterium 3 og 4 blev brugt til at udvælge specifikke lærere på de udvalgte skoler som primære informanter. Det byggede på en antagelse om, at hvis jeg valgte en lærer, der havde svaret positivt på spørgsmålene om samarbejde med andre lærere og med ledelsen, som primær informant, så ville det hjælpe mig med at få et detaljeret billede af samarbejdsrelationerne mellem natur/tekniklærerne på skolen. Ifølge spørgeskemaet (NaTeKu-undersøgelsen 2008) var de lærere, som jeg valgte som primære informanter, overvejende positive både i forhold til et kollegialt samarbejde og til samarbejde med ledelsen. Dette forhold var ifølge min antagelse en vigtig forudsætning for at få omfattende data om samarbejdsrelationer samt om fagteamets og ledelsens betydning for lærernes professionelle udvikling. I figur 6 er skolerne og de primære informanter kort beskrevet. Af hensyn til informanternes anonymitet er navnene ikke identiske med informanternes oprindelige navne.

Figur 6: Oversigt over skoler og primære informanter i de respektive cases

| |
|---|
| <p>Skole 1: Byskole med 560 elever fordelt med 3 parallelle spor 0.-9. klasse og en specialklasseafdeling. Skolen ligger i en stor by med ca. 40.000 indbyggere. På skolen er der elever fra 17 forskellige nationaliteter. Eleverne kommer fra både villakvarterer og socialt boligbyggeri. Skolen har et naturfagsteam, og den er midt i en organisatorisk fusion med en naboskole. Ledelsen består af en mandlig leder tæt på pension samt en viceskoleleder ca. 50 år gammel. Lærerkollegiet består af cirka 60 lærere.</p> |
| <p>Primær informant på Skole 1: Jan. Læreruddannet for 6 år siden med linjefagene fysik/kemi, matematik, idræt og billedkunst. Han har været ansat på samme skole, siden han blev færdiguddannet som lærer. Han underviser i natur/teknik i 6. klasse 2 timer om ugen. Han er også klasselærer og matematiklærer i 6. klasse. Ingen supplerende efteruddannelse. Jan blev valgt som primær informant på grund af nedenstående faktorer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Han har et naturfagligt linjefag, fysik/kemi • Han er på en skole i et befolkningstæt område • Vedrørende udvalgs-kriterium 3 om lærer-til-lærersamarbejde svarer han overvejende positivt. Samarbejdet mellem faglærere prioriteres højt, samarbejdet med andre naturfagslærere er vigtigt for hans naturfagsundervisning, samarbejdet i årgangsteams er vigtigt, mens samarbejdet i klasseteams ikke er vigtigt. Jan har også en overvejende positiv holdning til, om der er "rum" til at diskutere indholdet af hans natur/teknik-undervisning. • Vedrørende kriterium 4 om organisatoriske vilkår svarer han positivt. Ledelsen prioriterer samarbejdet mellem lærere, der har samme klasse, og lærerne har faglige kvalifikationer. • Vedrørende kriterium 4 om økonomiske vilkår svarer han neutralt. Der er midler til indkøb af materialer, udstyr og bøger, og der er ressourcer til emnekasser, men der er ikke ressourcer til ekskursioner. |
| <p>Skole 2: Landsbyskole med 377 elever fordelt på 2 parallelle spor 0.-9. klasse + en specialklasseafdeling. Skolen ligger i en landsby med ca. 1600 indbyggere og et stort opland med landbrug. I landsbyen er der et par store møbelfabrikker. Ledelsen består af en mandlig leder cirka 55 år gammel og en kvindelig viceskoleleder i slutningen af fyrrerne. Der er cirka 32 lærere på skolen.</p> |

| |
|--|
| <p>Primær informant på Skole 2: Lisbeth er uddannet lærer med linjefag i fysik/kemi og billedkunst. Hun underviser i natur/teknik i 3. 4. og 5. klasse, i alt 8 timer om ugen. Hun har deltaget i flere nationale konkurrencer med sine klasser i natur/teknik. Hun er 43 år gammel. Hun har undervist i 12 år på samme skole. Hun tog linjefagsuddannelse i natur/teknik for 3-4 år siden. Hun har senere afsluttet en masteruddannelse i naturfagsdidaktik fra Syddansk Universitet med fokus på natur/teknik.</p> <p>Lisbeth er valgt som primær informant på grund af nedenstående faktorer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hun er uddannet i fysik/kemi og natur/teknik • Hun har videreuddannet sig til master i naturfagsdidaktik ved SDU • Hun underviser på en mindre landsbyskole • Vedrørende kriterium 3 svarer Lisbeth positivt på, at samarbejdet mellem faglærere prioriteres højt, og at samarbejdet med andre naturfagslærere er vigtigt for hendes natur/teknik-undervisning. Til gengæld svarer hun, at samarbejdet i årgangs- eller klasseteams ikke er vigtigt for hendes natur/teknik-undervisning. • Vedrørende kriterium 4 om organisatoriske forhold svarer Lisbeth positivt, at ledelsen prioriterer samarbejdet mellem faglærere højt i time-/fagfordelingen, at ledelsen prioriterer samarbejdet mellem lærere, der har samme klasse. Til gengæld har hun en neutral holdning til, om der er "rum" til at diskutere indholdet af natur/teknik-undervisningen i lærerteams. • Vedrørende kriterium 4 om økonomiske forhold svarer Lisbeth positivt, at der er ressourcer til at købe forbrugsmaterialer og bøger, mens der ikke er ressourcer til at tage på ekskursioner, vedligeholdelse af emnekasser og til køb af nyt udstyr. |
| <p>Skole 3: Landsbyskole med 403 elever fordelt på 2 spor fra 0.-9. klasse. Stort opland, udpræget landdistrikt. Skolen ligger i en landsby med cirka 2000 indbyggere og et stort opland med landbrug. I landsbyen er der nogle få mindre virksomheder samt et skolemiljø med en efterskole. På skolen er der cirka 38 lærere. Skoleledelsen består af en mandlig leder cirka 55 år gammel og en kvindelig viceskoleleder på samme alder.</p> |
| <p>Primær informant på Skole 3: Sandra er uddannet lærer med linjefag i matematik og idræt, men hun har ingen naturfaglig uddannelse. Hun underviser i natur/teknik i 3. klasse 2 timer om ugen. Hun underviser også i geografi. Hun har undervist på denne skole i 18 år, siden hun blev færdig som nyuddannet lærer. Hun har ikke deltaget i efteruddannelse i naturfag inden for de sidste 5 år.</p> <p>Sandra blev valgt som primær informant på grund af nedenstående faktorer:</p> <p>Hun har ikke nogen formel uddannelse i naturfag.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hun underviser på en større landsbyskole • Vedrørende kriterium 3 svarer Sandra overvejende positivt. Samarbejdet mellem faglærere prioriteres højt, og samarbejdet med naturfagslærere er vigtigt for hendes natur/teknik-undervisning. Sandra har en neutral holdning til, om årgangs- og klasseteams har betydning for hendes natur/teknik-undervisning. • Vedrørende kriterium 4 om organisatoriske vilkår svarer Sandra positivt. Faglige kvalifikationer prioriteres højt i time-/fagfordelingen, ledelsen prioriterer samarbejdet mellem de lærer, der har samme klasse, ligesom samarbejdet mellem naturfagslærerne på tværs af klasser prioriteres højt. Ifølge Sandra er der også "rum" til at diskutere natur/teknik i lærerteams. • Vedrørende kriterium 4 om økonomiske forhold svarer Sandra positivt. Der er ressourcer til at indkøbe forbrugsmaterialer, emnebøger og emnekasser. Til gengæld er der ikke råd til at tage på ekskursioner. |

Metodiske overvejelser

På hver skole observerede jeg den primære informant i cirka 8 dage, hvor jeg registrerede samarbejdsrelationer og undervisning. Observationerne lå forud for interviewene. Ved at følge læreren opnåede jeg en tillid, som var af betydning, da jeg senere skulle lave interviews. Observationerne tjente også det formål at få indsigt i kollegiale relationer. Herudfra kunne jeg vælge sekundære datakilder til at belyse lærerens samarbejdsrelationer fra flere sider. Min observatørrolle kan karakteriseres som "deltagende observatør" (Maaløe, 2002). Som deltagende

observatør investerer man sig selv i feltet for at afprøve forskellige muligheder for at registrere og tyde de hændelser, som man er midt i. Mine feltnoter indeholdte både beskrivelse og tydning af hændelser: Beskrivelse er en gengivelse af en hændelse, mens tydning er mere reflekterende i forhold til, hvad hændelsen kan tages som tegn på. En reflekterende holdning har den fordel, at man gør det personlige teoretisk. De efterfølgende interviews blev brugt til at afklare den enkelte lærers bevæggrund for at handle, som vedkommende gjorde, dvs. "hvorfor". Først og fremmest tog jeg løbende notater af hændelser. Derudover brugte jeg kamera, videosekvenser og diktafon til at fastholde bestemte hændelser med henblik på de efterfølgende interviews.

Efter observationerne blev lærerne interviewet om deres samarbejdsrelationer og deltagelse i arbejdsfællesskaber. En tæt beskrivelse omfattede interviews med andre lærere fra forskellige arbejdsfællesskaber. Interviewstrategien var at få lærerne til med egne ord at beskrive, begrunde og vurdere samarbejdsrelationerne og deltagelsen i de arbejdsfællesskaber, som jeg havde registreret (Kvale, 2004). Efter første analyse af interviews og observationer fra hver case lavede jeg en statusredegørelse af natur/teknik-fagteamets forankring på skolen, indbyrdes samarbejdsrelationer i fagteamet, relationer til andre sociale naturfaglige praksisser og teamets udbytte af deltagelsen i NaTeKu-projektet. Efterfølgende fik natur/teknik-lærerne og skolens ledelse mulighed for at kommentere på denne status på et møde. Kommentarerne indgik i den efterfølgende teorikonstruktion i forskellige artikler.

Etiske overvejelser

I de forskellige undersøgelser var der en række etiske overvejelser, som drejede sig om at finde en balance mellem et forskningsmæssigt perspektiv på den ene side, der omhandlede undersøgelsesens mulighed for at samle informationer til mit forskningsprojekt, og et personligt perspektiv på den anden side, da undersøgelserne kunne få personlige konsekvenser for de involverede lærere. Inspireret af Kvale (2004) har jeg brugt fire begreber til at udstikke nogle retningslinjer for den etiske dimension i mit forskningsarbejde, *informeret samtykke*, *fortrolighed*, *konsekvenser* samt *min rolle som forsker*. Ved informeret samtykke informeres lærerne om undersøgelsens generelle formål og design, ligesom det er vigtigt, at lærerne frivilligt deltager i undersøgelsen. Fortrolighed indebærer, at private data og udsagn, som kan identificere lærerne, ikke rapporteres. I artiklerne har jeg fx anonymiseret lærernes udsagn, og i visse tilfælde har jeg anvendt konstruerede navne for personer, skoler og kommuner. Konsekvenser vedrører overvejelser om, at undersøgelserne både kan skade lærerne, men også de forventede fordele. Min rolle som forsker vedrører ud over etisk viden om det at undersøge menneskelige forhold også en sensitivitet i forhold til den måde, som jeg handler og agerer på i henholdsvis undersøgelses-, analyse- og rapporteringsfasen.

Skolernes selvevaluering 2010

I selvevalueringen blev skolerne, dvs. lederen og den gruppe natur/teknik-lærere, som deltog i NaTeKu-projektet, bedt om at redegøre for, hvilke aktiviteter de havde gennemført i projektet. Desuden evaluerede skolerne udviklingsprojektets effekt på en række områder: Fagteamets kollektive arbejde, den enkelte lærers praksis, aktiviteterne vedblivende værdi, det kommunale netværk og formidling af projektets resultater. En guide til skolernes selvevaluering findes i bilag 3.

Den kommunale konsulentundersøgelse 2010

Den kommunale konsulentundersøgelse er inspireret af den overordnede logik i casestudierne på de tre skoler: Hver kommune blev opfattet som en case. De fire kommunale naturfaglige konsulenter blev bedt om at gøre rede for projektaktiviteterne i deres respektive kommuner og vurdere, hvilke potentialer og barrierer, der var for at udvikle netværk mellem de forskellige skoler i projektet. Konsulenternes position i det kommunale netværk gav dem et udsigtspunkt, hvorfra de kunne lave en detaljeret beskrivelse af netværksudviklingen. Spørgsmålsguiden til de kommunale konsulents redegørelser findes i bilag 4. Jeg supplerede redegørelserne med fortolkninger af, hvilke elementer, der virkede støttende eller hæmmende for netværksudviklingen. Her benyttede jeg NaTeKu-undersøgelsen 2010 og skolernes selvevalueringsrapporter til at få informationer om de deltagende læreres vurdering af den kommunale netværksudvikling og de kommunale konsulents stilladserende arbejde i forhold til skolerne. De kommunale konsulenter fik herefter lejlighed til at kommentere de reviderede redegørelser. Formålet med denne proces var at øge validiteten af redegørelserne som forskningsobjekter til en senere analyse. I gruppeinterviewet svarede konsulenterne på spørgsmål om, hvorfor forskellige elementer virkede fremmende eller hæmmende for netværksudviklingen i deres kommune. Herefter blev de reviderede redegørelser og gruppeinterviewet analyseret samlet med det formål at indkredse faktorer, der virkede støttende eller hæmmende for netværksudviklingen i de forskellige kommuner. En spørgeguide til de kommunale konsulenter findes i bilag 4.

Afgrænsning af anvendte data i de forskellige artikler

Figur 7 indeholder en oversigt over, hvilke af de ovenfor beskrevne empiriske undersøgelser, der anvendes i de forskellige artikler i denne afhandling.

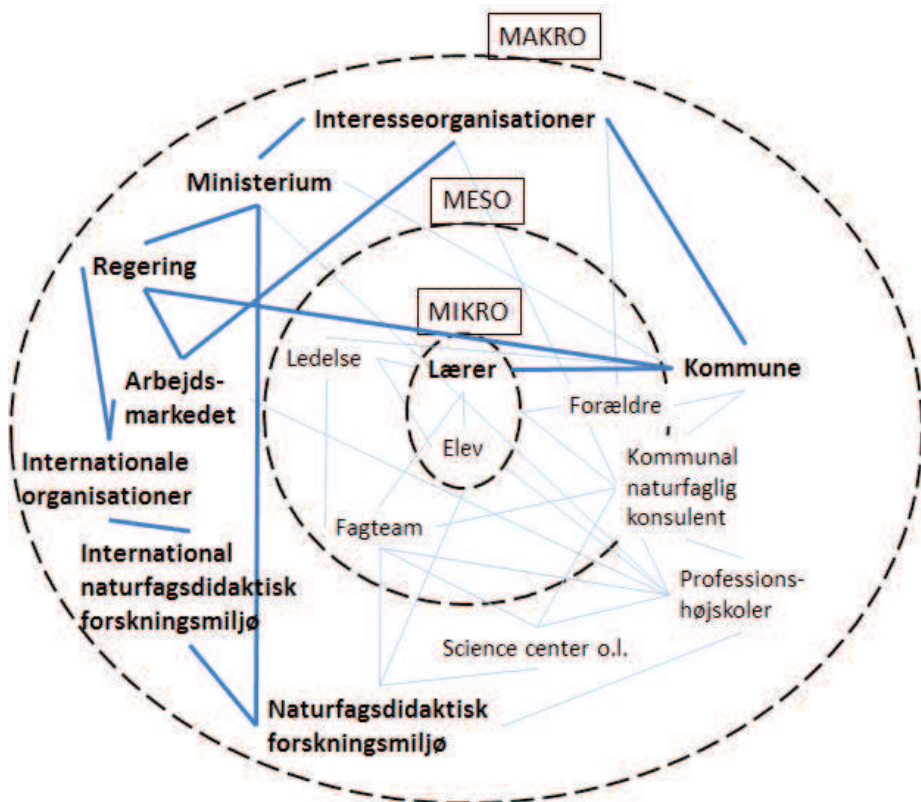
Figur 7: Oversigt over de empiriske undersøgelser anvendt i forskellige artikler i denne afhandling

| Artikel # | Titel | Anvendte empiriske undersøgelser |
|-----------|--|--|
| 1 | The neoliberal utopia and science education in Denmark; Education for working life | Intertekstuel analyse og kritisk diskursanalyse af uddannelsespolitiske dokumenter |
| 2 | Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisningen i Danmark. | Intertekstuel analyse af uddannelsespolitiske dokumenter |
| 3 | Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik. | NaTeKu-undersøgelsen 2008 |
| 4 | Municipal consultants' participation in building networks to support science teachers work | Kommunal konsulent undersøgelse 2010 NaTeKu-undersøgelsen 2008 og 2010 Skolernes selvevaluering 2010 |
| 5 | Exploring the effects of developing collaboration in a primary science teacher community | Casestudier af natur/teknik-lærernes samarbejde NaTeKu-undersøgelsen 2008 |
| 6 | Udvikling af naturfagslæreres professionelle identitet i lærende fælleskaber | Casestudier af natur/teknik-lærernes samarbejde NaTeKu-undersøgelsen 2008 |

8. Sociale naturfaglige praksisser i makroperspektiv

På makroniveau har jeg undersøgt den uddannelsespolitiske baggrund for de reformer, der har været i naturfagene i perioden 2001-2009, ligesom jeg har undersøgt udfordringerne ved at implementere konkrete uddannelsespolitiske initiativer i uddannelsessystemet set ud fra lærernes perspektiv. I figur 8 nedenfor har jeg fremhævet de aktører og de relationer mellem aktørerne i netværket af sociale naturfaglige praksisser, som der primært er i fokus i artiklerne i dette kapitel.

Figur 8: De aktører og relationer i netværket af sociale, naturfaglige praksisser, som belyses i dette kapitel, er fremhævet med fed skrift



Undersøgelserne og artikelskrivningen var et samarbejde med to andre ph.d.-studerende, Jette R. Schmidt og Peer S. Daugbjerg samt vores fælles vejleder Paola Valero. Vi havde en fælles forskningsmæssig interesse i dette felt i forhold til egne forskningsprojekter. Udgangspunktet for samarbejdet var et forskningsseminar i december 2009 i SMERG-gruppen³. Her blev forskellige problemfelter tematiseret, som ph.d.-studerende i SMERG-gruppen kunne samarbejde om. Der udkrystalliseredes en ide om at skrive 1-2 artikler om den uddannelsespolitiske baggrund for reformer i naturfagene siden 2001 og de efterfølgende forandringsprocesser. Arbejdsmetoden var i første omgang intertekstuel analyse af politiske dokumenter. Sideløbende læste vi forskningsmæssige artikler, som afdækkede globale og nationale mønstre i uddannelsespolitiske diskurser, hvilket blev anvendt til en pragmatisk teori- og begrebsudvikling. Vi skrev arbejdsdokumenter, der langsomt transformerede sig til en sammenhængende fortælling i artikelformat. Hver især var vi ansvarlige for at skrive afsnit, som blev kommenteret af de andre på vores fælles møder. Undervejs præsenterede vi artikeludkast på forskningsmøder i SMERG-gruppen. Desuden fik vi feedback på senere versioner af artiklerne på forskellige ph.d.-workshops bl.a. i Oslo, hvor vi mødtes med Susan Robertson, Palle Rasmussen og Gustav Karlsen. Vi formaliserede arbejdsmetoden i artikel 1, som kritisk diskursanalyse, hvilket var en genre, som vi i begyndelsen ikke var særlig fortrolige med. I arbejdet med artikel 2 fortsatte vi med intertekstuel analyse af politiske dokumenter, forskningsartikler etc. Gennem det tætte samarbejde, vejledning med Paola og feedback fra diverse præsentationer fik vi formet de to artikler, som præsenteres i dette kapitel.

Hvor artikel 1 overvejende fokuserer på globale, neoliberale strømningers indflydelse på dansk uddannelsespolitik, er fokus i artikel 2 på selve implementeringen af tre konkrete reforminitiativer, og hvad der kan opfattes som kvalitet i forandringsprocessen set ud fra lærernes position i uddannelsessystemet. I artiklerne indgår de to nøglebegreber: *diskursive relationer mellem magtniveauer* og *kvalitet i uddannelsesreformer*, som bruges til at belyse forandringsprocesser i reformen af naturfagene.

Artikel 1 ”The neoliberal utopia and science education in Denmark; Education for working life” undersøger *diskursive relationer mellem magtniveauer* ved at placere den danske uddannelsespolitiske diskurs i en global, neoliberal diskurs, og den dokumenterer neoliberale karakteristika i Fælles Mål i Natur/teknik (Undervisningsministeriet, 2009). Diskursanalyse bruges til at identificere resonanser mellem neoliberalt inspirerede ideer i politiske anbefalinger fra OECD og dansk uddannelsespolitik. Analysen dokumenter et skifte fra en dannelsesorienteret uddannelsespolitik til et mere nytte- og kompetenceorienteret syn på uddannelse.

³ SMERG er en forkortelse for ”Science- and Mathematics-Education Research Group” ved Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet.

Artikel 2 ”Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisningen i Danmark – læreres ressourcer og roller i reformprocesser” undersøger *kvaliteten af uddannelsesreformer* ud fra lærernes perspektiv. Analysen fokuserer på tre reforminitiativers bidrag til at forme lærernes muligheder for kapacitetsudvikling. Det drejer sig om en revision af naturfagernes målsætninger, den naturfagsdidaktiske efteruddannelse af naturfagslærere og en reform af grunduddannelsen af naturfagslærere. I artiklen antager vi, at kvaliteten ved forandringsprocesser i uddannelsesreformer styrkes ved at give lærerne et professionelt råderum til at fortolke reforminitiativers intentioner lokalt på skolen (se fx Darling-Hammond, 2005). Vi konkluderer, at der fra centralt hold ikke har været tilstrækkelig opmærksomhed og tålmodighed over for den lokale implementering af de tre reforminitiativer i skolerne og i læreruddannelsen, hvilket har ført til, at de anvendte ressourcer ikke er udnyttet optimalt i forhold til at forbedre mulighederne for elevers læring i naturfagene i skolen.

I det næste kapitel præsenterer jeg artikler, som forholder sig til, at implementeringen af uddannelsesreformer ikke kun er systemiske processer, men også handler om en rekultivering af kollektive og individuelle, sociale naturfaglige praksisser i skoler og på kommunalt niveau.

The neoliberal utopia and science education in Denmark; Education for working life

Jette Reuss Schmidt, University College of Northern Jutland

Peer S. Daugbjerg, VIA University College

Martin K. Sillasen, VIA University College

Paola Valero, Aalborg University

Referencer i artiklen findes i referencelisten i slutningen af artiklen. Figurer og tabeller er nummereret, så de fremstår med numre, der ikke følger den øvrige afhandlings figurnummerering. Henvisninger i brødteksten i artiklen refererer kun til figurer og tabeller i artiklen.

Abstract

This article presents an analysis of the political framing of science education in Denmark when a liberal-conservative government was in power from 2001 to 2011, and a new set of reforms of the educational system were put into operation at political, implementation and operational levels. Using critical discourse analysis the article builds an argument about how the new reforms have brought fundamental changes in the role of education within society, changes that resonate with a global discourse of neoliberalism. The analysis illustrates how neoliberal ideas about individualisation, competencies and accountability have penetrated science educational policy and the curricular aims of primary science. Finally, the article discusses whether the neoliberal trend in science educational reforms is viable for the future and whether there are alternatives to the existing scenarios.

Introduction

Teachers lack ambitions for their students. Too much time is spent on social activities and nonsense. The Conservative Party wants to stop this waste of time and make school a place where kids really learn something (Dahlggaard, Frank educational spokesman for the Conservative Party, *Politiken*, 24 November 1996).⁴

Who can deny the appeal of these words? Who can stand up to the politicians and argue against “people learning something they can use” or science education that supports the “prosperity” of society? When politicians talk about the need to improve education in general and science education in particular, their claim seems to be irrefutable. From a discourse theory perspective, no political statement is to be taken for granted nor can its “innocence” be assumed.

⁴ All quotes in this article have been translated from Danish to English by the authors.

Consequently, we want to present an analysis of the political framing of science education in Denmark since 2001. There are three reasons why such an analysis is of relevance to (science) education research. First, since the 1980s, educational research has prioritised issues of learning whereas the political dimension of education has been under-researched (Biesta, 2005). In adopting a political approach in our analysis, we want to emphasise, that the recent changes to policy and education in Denmark have brought fundamental changes to the role of education within society. As a new set of reforms are put into operation at political and implementation levels, affecting the new curriculum, there seems to be a gap between general educational research and subject-specific research in terms of the political dimensions of education. Second, educational research literature adopting political readings of education has documented and interpreted the impact of neoliberal policies on education at a general level (Bascia, 2005). However, these types of analysis are seldom connected to specific subjects such as science and mathematics, probably because their academic traditions tend to privilege the micro-pedagogical aspects of the subject matter while disavowing their place in social and political relationships (Pais & Valero, 2011). This type of distinction, however, benefits no one. Children in schools are being molded not only as the result of their participation in schooling in general but also when they are taught science, mathematics or language. It is time to bridge this gap in order to understand the politics of subject matter pedagogy and curricular reforms. Third, whereas processes of neoliberalisation have impacted strongly in other parts of the world, the Scandinavian countries have lived through a long period without being influenced by these global trends to any marked degree. We will not study all the Scandinavian countries, but concentrate on Denmark.

Historically neoliberalism is rooted in liberal economic theory. In a discussion of this trend in relation to various forms of governmentality, Foucault points to its several origins in the 1920s, and emphasises the effect of post-WWII German liberalism and the liberalism of the Chicago School. In both cases, the neoliberal approach legitimises itself with references to economic growth, the principles of competition, and the rights of the individual (Lemke, 2001). The Chicago School argued that the role of the state should be limited and be dominated by market mechanisms: the modern welfare state was focusing too much on public service which would limit economic growth (Lemke, 2001); instead, contracts between individuals and between single enterprises all over the world would ensure economic growth.

Drawing on critical discourse analysis (Fairclough, 2001), we intend to look for resonances between global neoliberal discourses at a macroscopic level, and national political and educational discourses at a mesoscopic and microscopic level in Denmark. Our intention is to show how the reforms and political rhetoric in Denmark are embedded in and resonate with a neoliberal globalised discourse in which knowledge is a commodity that can be characterised by

individualisation, competence and accountability. Such discourses have infiltrated Danish educational policy-making in the last decade, in general, and educational reforms in school science, in particular. We will illustrate how the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) has played a crucial and dominant role in ensuring these resonances.

We start by presenting some theoretical and methodological reflections that guide our analysis. Then we put forward an overview of what we see as the hegemony of the current neoliberal discourse in education from an international perspective. We suggest why such discourse is based on a utopia. We then describe some important events which made it possible to implement reforms influenced by neoliberalism in Denmark. In the third part we will concentrate on the reforms in science education in Denmark in the period 1993 to 2009.

Theoretical perspective and method

In the study of educational processes from a political perspective a discursive approach has been used to see how educational "realities" are constituted in social practices. We intend to show how different discursive practices reproduce distribution of power within different levels of educational policy (Christensen, Stentoft, & Valero, 2008).

Following Fairclough (2001) we perform an analysis of three interrelated discursive levels: a macroscopic, a mesoscopic and a microscopic level. At the macroscopic level we locate the global discourse of neoliberalism and identify the central ideas. At the mesoscopic level we illustrate how the global neoliberal discourses entered the political and educational sphere in Denmark around the end of the twentieth century by focusing on the alignment of important events in the OECD and in Denmark in the 1990s and 2000s. We analyse the texts produced in these events. At the microscopic level we analyse how characteristics of the neoliberal discourse are aligned with science educational policy texts such as national curriculum. We point to the discursive resonances and relationships between them.

The empirical analysis of the reforms in science education in Denmark during the 2000s is based on the series of educational policy documents produced by the Danish Ministry of Education (Egelund, 2002; Søndergaard et al., 2009; Undervisningsministeriet & Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, 2004) and a series of political statements in the debates about the changes in educational policy. In particular, we examine the statements of the Prime Minister and the Minister of Education during that period, since they were central actors in bringing an ideological change into the educational system. We concentrate on statements expressed in political contexts, and how they resonate with the neoliberal discourse. Furthermore, we examine the historical conditions in which the emergence of such political statements and quotes are embedded and contextualise the educational statements within the general policy

documents of the government (Regeringen, 2006; Undervisningsministeriet, 2002a; Undervisningsministeriet & Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, 2004).

Our search for discursive resonances in these three levels shows, on the first hand, that we cannot suppose a cause-effect relationship between them, because the complexity of how social and discursive practices are formed cannot be conceptualised in terms of mechanical systems (Fairclough, 2001). On the second hand, looking for discursive resonances paves the way for identifying the ideas that repeatedly appear in texts, as well as the conditions that make their repeated appearance in other linked texts and historical contexts possible. In other words, the analysis of discursive resonance is possible because we assume intertextuality to be a characteristic of discourse and discursive practices (Fairclough, 2001). This type of analysis allows us to link discourses that are apparently not connected, such as, in the case of this paper, neoliberal discourses and particular changes in science education policy. An example of how to look for discursive resonances between the macroscopic and mesoscopic levels was the political statement by Ulla Tørnæs in 2004 (Minister of Education 2001-05): "17% of Danish pupils are functionally illiterate" (Tørnæs, 2004). This statement shows how the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) event affected the political discourse on school outcomes. The statement was a response to the PISA survey of 2003 and it was published in the media one day before the official publication of the survey. This gave the Government a political advantage in the media, even though the data were not in the PISA report. Researchers criticised the minister for being simplistic and drawing incorrect conclusions from PISA (Johansen, 2005). The statement is nevertheless one of the most frequently cited in Denmark contrasted with the fact that Denmark has one of the most expensive educational systems in the world. Immediately after her statement Tørnæs proclaimed that the government would intervene. One of the consequences was that in 2004 the curriculum "Clear Aims" was changed to "Common Aims", whereby the curricular aims became compulsory for all schools in the country. They dictated specific aims for specific school years in the subject of science. Common Aims was meant to ensure a universal state school, all students having the opportunity to acquire the same knowledge and skills (Undervisningsministeriet, 2004).

With the introduction of Common Aims and national tests, teachers' opportunities to act autonomously in schools detached from public scrutiny vanished in favour of demands for public accountability, in accordance with standards of achievement and core curriculums (Ranson, 2003). An interesting reflection is that Tørnæs's statement repeats almost verbatim a comment in the report "A Nation at Risk" (1983) commissioned by Ronald Reagan (National Commission on Excellence in Education, 1983). The interesting thing is that the comment caused as much debate in the Danish press in 2004 as it did 21 years earlier in the USA and in both countries it paved the

way for big changes in the education systems. This point shows that the hegemony of neoliberalism was long underway.

The hegemony of neoliberalism in the education system

We will begin our analysis at the macroscopic level by analyzing research literature on neoliberalism and key documents from the OECD.

Recent trends of neoliberalism since the 1990s have been strongly represented by politicians within what has been called the "Third Way" (e.g. Tony Blair in the UK, and Bill Clinton in the USA). These politicians adopted liberal economic rationalism in the face of the fear of not being able to succeed in post-industrial society. Neoliberalism, therefore, appears to be an over-political phenomenon, which in our analysis constitutes the macroscopic level (Peters, 2001). The reification of neoliberalism creates the idea of its being an unavoidable state of affairs and of economic and political organisation. Neoliberal strategies have been "naturalised" and are nowadays presented as if they are non-political and non-ideological and simply a matter of technical management (Ong, 2006). This type of *discursive construction* penetrates the micro-processes that constitute neoliberal forms of organisation.

Bourdieu and Gustavsson asked whether "neoliberalism is the realisation of a utopia based on an economic theory containing a deliberately selective reconstruction of reality" (Bourdieu & Gustavsson, 1998). According to them, the neoliberal ideal is based on a utopia of an organisation with a perfect and unblemished market where individuals always act rationally. Neoliberalism puts a mathematical fiction into operation, reflecting a selective model of reality, where economic rationality is the very foundation of the perception of reality. Power is a central part of the neoliberal discourse based on a seemingly scientific knowledge base, and Bourdieu and Gustavsson argue that political programs help to ensure the realisation of neoliberal ideas:

The general trend in the neoliberal program is to reinforce the division between economic and social reality and thus to construct an economic system in reality, which fits the theoretical model. That means a kind of logical machinery which appears as a chain of compelling circumstances (Bourdieu & Gustavsson, 1998).

Furthermore, the implementation of a neoliberal utopia has consequences for society: commercialisation increasingly penetrates collective entities including state and public services and the pure logic of the market restricts the state's ability to act (Bourdieu & Gustavsson, 1998). Therefore, whereas national reform processes seem to be tied to local national characteristics and circumstances, at an international level there is a certain kind of pattern and homogenisation of the mechanisms for achieving reforms (Karlsen, 2004; Lundahl, 2006). In summary, neoliberalism constitutes an effective mechanism of governmentality (Ong, 2006) with all its

associated discourses and techniques. In literature discussing the impact of the neoliberal discourse in education (Bascia, 2005; Mayo, 2009; Ranson, 2003), three particular neoliberal processes and their related practices are highlighted:

- *Individualisation* as the process that creates individuals as movable units in a competitive, flexible and global labour force.
- *Development of individuals' competencies* as a process whereby individuals acquire market value through the development of skills and knowledge that can be treated as a commodity.
- *Development of individual accountability* as a process establishing a clear relationship between individuals and the responsibility for their actions.

These three processes are important tools in the neoliberal philosophy of governmentality, that is, of setting in place practices and their associated discourses to regulate human behaviour in society. In what follows we outline the characteristics of these three processes and their connection with education.

Individualisation

The neoliberal philosophy of individualism is a renewal of the classical economic liberalism. "It asserts that all human behavior is dominated by self-interest" (Peters, 2001). Thus, the concept of neoliberal reflection lacks the social and collective dimension in explaining behaviour. The neoliberal philosophy of individualism provides the foundation for an extreme form of economic rationalism which focuses on individuals' knowledge as a dominant commodity. This economic rationalism is seen in many Western countries where it has resulted in standardisations in educational systems at the expense of self-development (Peters, 2001). Such standardisation relates to the possibility of comparing individual outcomes. Neoliberalism is desocialising because it knows nothing but the individual. In business and in government there is a belief in a hierarchy of skills guaranteed by exams with individualisation in a central position (Bourdieu & Gustavsson, 1998) .

The OECD has ensured a connection between the economic and educational spheres. The OECD convention states that economic strength is essential for individual freedom and general well-being (OECD, 1960). The OECD report *Education and the Economy in a Changing Society* stated that the role of education is to develop individuals' capacity, flexibility and qualities to meet the demands of the labour market (OECD, 1989). The role of the OECD was to act as a catalyst in the process of aligning educational outcomes and economic outcomes. A key concept was the self-intended individual (Rubenson, 2008). The process of individualisation leads to a focus on individuals' competence-based learning.

Developing individuals' competencies

Competence is a construction which combines acquired knowledge and skills with a capability to act in specific contexts (Wedege, 2003). In a neoliberal discourse competence involves entrepreneurship, competitiveness and territorial mobility of capital and workforce. Education should be competence-based in order to strengthen the competitiveness of private enterprise. The development of individuals' competencies for the benefit of private enterprises was explicitly formulated by the Danish Employers Society, who emphasised that knowledge production is a condition for economic growth and welfare (Ringsted, 1999). This idea derives from the demands of society and especially the requirement of the private sector for specific competencies that help to generate value (Mayo, 2009; Wedege, 2003). In this sense competence is outcome-based, and the educational system must ensure that individuals become more valuable in the global labour market.

The OECD has played a key role in implementing the concept of competence as a tool to characterise knowledge in education systems normatively. In 2003 OECD ended the project Definition and Selection of key Competences (DeSeCo) with the report *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society* (Rychen & Salganik, 2003).. The essential and indispensable key competencies for successful life and well-functioning societies with sustainable socioeconomic and democratic development are organised in three competence categories (DeSeCo, 2005):

- *Ability to interact in heterogeneous groups*
- *Autonomous agency and the ability to act in social settings*
- *Autonomous agency in relation to the use of artefacts and language*

Underlying these competence categories, however, is an understanding of the development of individual competencies as a process whereby individuals acquire value for the labour market. These competence categories are seen as necessary in a dynamic and mobile labour market, where individuals should be adaptable to changing global demands. Competence-based aims make it possible to hold the individual accountable for their performance in the educational system.

Developing individuals' accountability

Accountability is a very complex concept that is difficult to translate into the Scandinavian languages and so it is often used without being translated. Even in English it contains multiple layers (Ranson, 2003). These include, on the one hand, answerabilities and, on the other hand, bookkeeping (Schedler, 1999). On a general and simplified level it means that if a person is

accountable for certain aims and related means to reach these aims, he or she will have to justify, if the aims are not reached. The answers to these questions are indeed related to power and distribution of power and, in public service, to forms of governance (Ranson, 2003).

Within a neoliberal discourse the rationality of accountability is authority through calculation and instrumentalisation with a main focus on individualism, competitive advantage, control of input/output and profit (Ranson, 2003). This underlines how developing individuals' accountability has become more dominant in the neoliberal educational discourse. As we will show, the development of accountability affects both teachers and individual pupils.

This is not a new trend. By the 1970s, education was already changing from an autonomous professional community detached from public scrutiny to a public concern faced with demands for public accountability that included standards of achievement, appropriate teaching methods and core curriculums (Donnelly & Jenkins, 2001; Ranson, 2003). Neoliberal accountability has generated a series of moves from professional judgement to market competition, from specialist knowledge to consumer choice, from internal reports to public data (Ranson, 2003). Public data (e.g. exam results) are standardised, so that they are comparable. This in turn caused an increased focus on standardisations and assessment procedures based on educational outcome. The capacity to provide expert comparative knowledge according to accountability has afforded OECD a discursive advantage in accordance with other supranational organisations (Mayo, 2009).

At a macroscopic level of analysis, the constitution of neoliberal discourses is notable, *inter alia*, for bringing into operation the processes of individualisation and developing individuals' competencies and accountability. We have shown how these processes emerge in the neoliberal discourse and how the OECD has played an important role in providing the mechanisms to trigger their operation. In the following section we will show how the neoliberal discourses have entered the political and educational spheres in Denmark. This will constitute the mesoscopic level of our analysis.

An ideological showdown with strong impact in Denmark

At a mesoscopic level, national educational policies have increased attention on the outcome of teaching. This is a consequence of the social and economic changes at the beginning of the new millennium (Rychen & Salganik, 2001). The background to these changes is, according to Bowden (1997), the necessary alignment between experiences under education and participation in working life. In this section we will illustrate how these imperatives are used as part of the neoliberal discourse in the political and educational spheres in Denmark by focusing on some major events which brought the Danish educational policy in line with the educational policy of OECD and thereby had a strong impact on Danish education. These events are the use of results from OECD reports in designing Danish educational policy, publication and political use of the

PISA results and the change of government in Denmark in 2001. Discursive resonances are investigated by studying texts and documents that relate to these events. The neoliberal movement started in the Danish educational system in the 1990s with New Public Management (Klaudi Klausen & Ståhlberg, 1998) and Human Resource Management (Hermann, 2007) but it was the change of government in 2001 to a Liberal-Conservative coalition that was the real launch of an ideological showdown with the reform pedagogy which prevailed in primary and lower secondary schools at that time. Reform pedagogy was much inspired by Dewey and focused on liberal, anti-authoritarian and student-oriented teaching methods (Dewey, 1938). The showdown with this pedagogical movement was part of a broader cultural campaign against cultural radicalism. It had a substantial impact on educational policy, because the criticism was grounded in the PISA results from 2000 and 2003 and the OECD review of Danish primary schools in 2004. The OECD reports (Centre for Educational Research and Innovation & OECD, 1997) and PISA surveys (OECD, 2001) were important tools for the educational policy strategy of the OECD membership countries in combining economy and education (Rubenson, 2008), and they were used to question what pupils should learn in school (Hermann, 2007).

The new government replaced the notion of information society with the notion of globalisation as a way of changing discourse in their efforts to implement neoliberal ideas. The focus on globalisation led to an increased economic focus in the educational policy in Denmark (Hermann, 2007). The new government had reform of the educational system as a key element in their general strategic plan:

In primary and lower secondary schools a high level of learning is essential for success in tomorrow's job market. Future primary and lower secondary schools have to be based on subject matter knowledge: flexible, and adaptable to future challenges (Regeringen, 2001).

In 2002 the Government formulated an educational strategic plan in which "education for working life" was emphasised as the purpose of education (Regeringen, 2002). This focus aligned with OECD's recommendations (OECD, 1989).

New political initiatives

Following the major events presented in the previous section, the new government initiated an educational reform that enabled the implementation of their new educational policy. In this section we will present some political initiatives that had a strong impact on this reform and elaborate on how they are related.

The first initiative was the government's establishment of an expert panel that was mandated to formulate a coherent strategy for operationalising the government's educational strategic plan for science in the entire educational system (Regeringen, 2002). The members of the expert panel

on science and science education broadly represented schools, teacher training colleges, universities and industrial organisations. The expert panel published a report in May 2003 in which they presented a coherent strategy plan with recommendations for the political system on reform of science education at all levels in order to meet the intentions outlined in the government's educational strategic plan (Andersen, 2003). The justification for this strategy plan was the poor performance of Danish pupils in international surveys like that of PISA (OECD, 2001) pupils diminishing interest for doing career in science and technology, and that science education must be strengthened in order to prepare young people better for their future working life (Andersen, 2003). The report ended with several recommendations:

- All pupils in school must be taught science at some level, because science is an important component for pupils' self-development.
- The concept of competence must be used as a descriptive and normative tool at all levels in the educational system.
- The collaborative culture in science teacher communities must be developed so that the quality of science teaching is improved.
- Teachers' professional competencies must be improved by designing new and focused in-service teacher training programmes that aims at developing science teacher communities and municipal science consultants.
- Science educational research and development is defined as a strategic work area at a national level for universities and resource centre.

However, the political implementation of these recommendations was a complicated process, because the government's intention was to implement a broad reform that involved all levels of the educational system (Regeringen, 2002). Hence, the operationalisation of the recommendations depended on the realisation of other political initiatives, some of which are presented below.

The second initiative was the recommendations from the Globalisation Council established in 2005. The Council's task was to advise the Government on a strategy for Denmark in the global economy (Regeringen, 2006). The Council had high status, because the Council members held some of the highest ranking offices in business, government and other civil organisations. The first seven of 14 future globalisation priority items focused on education. In relation to state schools, the Council recommended that the objective clause should focus on increasing pupils' subject matter knowledge and preparation for further education. This recommendation is clearly in line with the closer link between the sphere of education and the sphere of economy recommended by the OECD (Durand-Drouhin, 1996). There was also a clear similarity between the Council's recommendations and the government's political objectives in education (Regeringen, 2006). In relation to state schools, the Council's recommendations were put into

action through the revision of the Danish state school act and the introduction of competence-based curricula in various subjects (Dupont & Holm-Larsen, 2006).

The third initiative was the reform of the Danish State School Act in 2006 (Dupont & Holm-Larsen, 2006). The purpose of schooling was changed from what can be characterised as "education for citizenship" to a more utilitarian purpose that puts emphasis on "education for working life" (Hermann, 2007). Hermann argues that the revision of the objective clause in the State Schools Act is to "prepare them [pupils] for further education and training and instil in them the desire to learn more" so that an "understanding of other countries and cultures contributes to their understanding of the interrelationship between human beings and the environment and promotes the well-rounded development of the individual student" (Undervisningsministeriet, 2008). This led to a curriculum that had more focus on the individuals' development of ability to act competently in a democratic society (Hermann, 2007).

The fourth initiative was the attempt to introduce a competence-based curriculum through repeated revisions of the national aims for science and pre-service teacher training programmes. This initiative was based on one of the recommendations presented by the expert panel referred to above (Andersen, 2006). There was, however, much resistance to the process of implementing the four science competencies introduced by the expert panel (Andersen, 2006). This will be elaborated in the next section.

We will now give a more detailed presentation of changes in the Danish science curriculum and analytically establish the resonances between the implementation of neoliberalism in science education in Denmark and the above-described neoliberal characteristics.

A Danish version of global neoliberal science education

In this section we provide evidence to support the argument that a neoliberal discourse continuously influences the changes implemented in the educational curriculum at the microscopic level. We present an analysis that illustrates, how neoliberal key concepts such as individualisation, competences and accountability can be traced in factual legislation and the aims promoted in science curricula from 1993 to 2009. These descriptions will be collated with international trends.

For reasons of simplicity, we will mostly be referring to primary science (year 1 to 6), and we will focus on how the aims of a single topic in the curriculum have changed over the years from indicative aims to mandatory aims. The chosen topic is "the weather and the seasons". The changed phrasing of this topic illustrates the changing of the whole curriculum for primary science as we want to illustrate how the curriculum for science education has become standardised with detailed descriptions of competence-based aims.

Fact box 1: Presents the aims for teaching “weather and seasons” in Danish primary science as they were stated in 1993 and 2009. It can be seen that the aims stated in 2009 are much more detailed than those in 1993. The aims stated in 2009 were mandatory, whereas the aims stated in 1993 were indicative.

| Aims for weather and seasons in primary science (year 1 to 6) in 1993 and 2009 | |
|---|--|
| 1993 CKS (Core Knowledge and Skills) | 2009 (Common Aims) |
| The pupils shall work with: | The teaching shall ensure that pupils have acquired knowledge and skills that enable them to: |
| Phenomena associated with weather and seasons | <p>After 2nd Year:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connect the different seasons with important events in nature • Investigate simple aspects of weather, including temperature and precipitations <p>After 4th Year :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use simple technical terms in description of weather observations, including temperature, wind speed, rainfall and visibility <p>After 6th Year :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compare their own data with a weather forecast |

Note: Excerpts from (Søndergaard et al., 2009; Undervisningsministeriet, 1994). For reasons of simplicity we have shown just one of the topics in each of the curricula. The straplines “The pupils shall work with” and “The teaching shall ensure that pupils have acquired knowledge and skills that enable them to” are the same for all topics in the curricula.

Comparison of Core Knowledge and Skills (CKS) from 1993 and the Common Aims from 2009 shows clearly that the aims have become more detailed and more centrally (national) issued standards (Søndergaard et al., 2009; Undervisningsministeriet, 1994). Even some of the educational methods are dictated in the curricula, a new element in the Danish school system.

Fact box 2: Presents the changes in regulations that have had significance for the translation of 1993's indicative aims to the mandatory aims of 2009.

| Year | Context | Comments |
|------|--|--|
| 1993 | In The State School Act of 1975 there was a sentence about responsibility for solving common tasks. This sentence disappeared in the Act of 1993. Retained from former school acts was, however, a dual purpose of ensuring: (a) versatile and personal development of students; (b) pupils were provided with knowledge and skills to benefit society. | CKS were defined in all school subjects at a national level, but the concrete aims for teaching were formulated at a municipality level or a school level. |
| 1994 | A new science subject "Natur/teknik" (Nature/technique) was introduced in primary school year 1 to 6 in Denmark. | |
| 2002 | CKS was changed to what was called Clear Aims. Examples of aims in science: <i>The education shall ensure that pupils have acquired knowledge and skills which enable them to explain the phenomena associated with the weather and the seasons</i> (Undervisningsministeriet, 1994) | |
| 2004 | Clear Aims was changed to Common Aims. It became mandatory for all municipalities and all schools to meet the same national aims (Undervisningsministeriet, 2004) Examples of aims in science (<i>Natur/teknik</i>) <i>The teaching shall ensure that students have acquired knowledge and skills that enable them to:</i> After 2nd Year: <i>"Know conditions that characterise the different seasons"</i> <i>"Investigate simple aspects of the weather"</i> After 4th Year : <i>"Use simple technical terms in the description of weather observations"</i> <i>"Use simple measuring instruments to monitor the weather"</i> After 6th Year : | Clear Aims should ensure a common state school where all pupils in Denmark should have the opportunity to acquire the same knowledge and skills. |

| | | |
|------|---|--|
| | <p><i>"Compare own observations with a forecast"</i></p> <p><i>"Talk about phenomena related to the different seasons"</i></p> | |
| 2006 | <p>A New State School Act was introduced, in which focus on further education was central.</p> <p><i>"The Folkeskole is, in cooperation with the parents, to provide pupils with the knowledge and skills that will prepare them for further education and training and instil in them the desire to learn more, familiarise them with Danish culture and history, give them an understanding of other countries and cultures, contribute to their understanding of the interrelationship between human beings and the environment and promote the well-rounded development of the individual student."</i></p> <p>Individual study plans were introduced:</p> <p><i>"All students in primary and lower secondary schools must have a written study plan (Section 1)</i></p> <p><i>A study plan is the name of one or more physical or electronic documents developed at a primary school for each student. Section 1, article 3." (Dupont & Holm-Larsen, 2006)</i></p> | <p>It was decided that all students in primary and lower secondary schools should take part in national tests regarding reading and mathematics and in lower secondary school in reading, mathematics, English and science subjects.</p> |
| 2009 | <p>In 2009, "New Common Aims" were introduced in accordance with the Public School Act of 2006.</p> <p>(Example of 2009 aims is showed in fact box 1)</p> | <p>The Common Aims of 2009 are more prescriptive with regard to which scientific concepts is are taught and learned than the Common Aims of 2004</p> |

Individualisation in Danish science education

As shown in fact box 2, the new subject primary science (Nature/Technique) was established in connection with the State School Act of 1993. This was done to strengthen science education (Veje, 2001). In this act individualisation was more central and the sentence from the State School Act of 1975 about responsibility for solving common tasks disappeared. According to the State School Act of 1993, education should contribute to the personal development of the individual student (Lov om Folkeskolen, 1993). At the mesoscopic level this was expressed by Bertel Haarder as follows: "If there are 25 students in a class, they must be taught as 25 individuals" (Bertel Haarder, Ministry of Education⁵ (Hermann, 2007)). In 1993 the process of individualisation in state schools was already more important than learning to solve common tasks. At a macro level this idea resonates significantly with the report *Education and Economy in a Changing Society*, (OECD, 1989) in which a central point concerns developing individual capacity. It was in 2001, however, that the process of individualisation really took off in the education system. In our description of important events at the mesoscopic level we mentioned the change of government in 2001 and the PISA surveys in 2001 and 2003. These events ensured resonance between recommendations from OECD and the process of individualisation in the Danish education system. Against a backdrop of various OECD reports, the liberal/conservative Danish government ensured that individualisation in the education system was strengthened.

This was also seen in an expert panel report from 2003 (Andersen, 2003). The expert panel discussed among other things how to handle the challenge of recruiting young people to study science. The idea was that the benefits of studying science or technology such as secure, well-paid work would encourage more young students to make the rational choice of taking on such education. This illustrates the significance that the present discourse in Denmark puts on the individual's ability to do well in working life and be prepared for further study within science and technology. In the following we will illustrate how this discourse and the resulting recommendations for combining educational and economic outcomes have had a direct influence on the science curriculum in Danish primary schools.

In line with the PISA studies, which are based on individual standardised tests, in September 2005 the Danish government abolished group examination at all levels with effect from the year 2007. In 2006, the individual study plan was introduced. The decision to abolish the group examinations had its origin at a mesoscopic level in the government's strategic plan of 2005. In this strategic plan it is stated that: "Each pupil must be evaluated against measurable, transparent criteria. Group examination will be abolished. And it will be ensured that every student has a right

⁵ Bertel Haarder was Minister of Education from 1982 to 1993 and again from 2005 to 2010.

to go to the individual exam and obtain an individual assessment” (Statsministeriet, 2005). In return, group examination was no longer mandatory.

In science the upshot is that biology, physics/chemistry and geography now conclude with individual examinations and individual national tests. The teachers have to make a student action plan for each student. The purpose of a student action plan is at the school level to formulate a coherent teaching strategy for the individual student to improve learning outcome. The student action plan is used as an accountability tool for the municipality and the parents.

In resonance with the neoliberal point of view and recommendations of OECD the Danish school system moved step by step towards increased focus on individualistic learning and individualistic capacity (OECD, 1989). The liberal-conservative government in Denmark during 2001-2011 believes in a hierarchy of skills guaranteed by exams, with individualisation in a central position.

Developing individuals' competencies in Danish science education

The introduction of a competence-based curriculum emphasised development of individuals' abilities to act competently in different situations by applying knowledge acquired through education (Hermann, 2007). For science education, the plans to introduce a competence-based curriculum were formulated in the strategy proposal "Future Science Education in Denmark" (Andersen, 2003). The Danish Ministry of Education used this proposal to initiate a reform process of the science curriculum in primary and secondary schools that aimed at introducing competence-based aims.

Fact box 2 illustrates how the process of implementing competence-based aims in the science curriculum has undergone several revisions since 2002. According to the government's educational strategy the continuous revision of these competence-based aims is a necessary process, because the educational system constantly has to adapt to the needs of the commercial sector:

The fundamental common, social, cultural and personal competencies shall be considered and the demands and levels of subject matter knowledge and relevant competencies shall constantly be under development. The educational supply shall constantly adapt to the structurally determined competence needs in Danish commercial life (Regeringen, 2001).

The latest version of the science curriculum, "Common Aims" (fact box 1), illustrates why the political focus on developing individuals' competencies in the educational system is a core issue. For the topic "the weather and the seasons" the curriculum states that "the education shall ensure that pupils have acquired knowledge and skills which enable them to: connect the different seasons with important events in nature (after second year), use simple technical terms to describe

weather observations (after fourth year) and compare their own data with weather reports (after sixth year)". According to these aims pupils' acquisition of science concepts is not the only purpose of teaching science. The pupils should also learn to use the acquired scientific concepts competently in different situations.

The development of competence-based aims in the science curriculum can be understood as the Danish government's response to OECD's recommendations about implementing key competencies as descriptive and normative tools in educational systems worldwide. In Denmark, the political challenge of implementing competence-based aims was not a legitimisation issue, because the OECD had published several reports about the necessity of standardising educational systems by using a competence-based approach (DeSeCo, 2008; Durand-Drouhin, 1996; Rychen & Salganik, 2003).

The experts in the project about the core science curriculum (Andersen, 2003) underpin the argumentation of the government in power at that time as they emphasise that the competencies and skills of future generations are vital for the wealth, growth and welfare of Danish society. The competencies as they are formulated by e.g. Andersen (2003, p. 42) do not address the overall purpose of the state school system, as they leave out the contribution of science to the versatile development of the pupil including social skill. The competence description used in science curricula in Denmark is a limited version of those of DeSeCo (Rychen & Salganik, 2003), Schultz Jørgensen (Jørgensen, 1999) and the Danish Council for Competency (Kolind, 1999).

Competence-based aims are introduced to sharpen the obligations of the individual and the school to develop globally valuable competencies. These competencies are those that are of general value in a global working life within science and technology rather than competencies that are of value in everyday life.

The implementation of key competencies, as developed by OECD (DeSeCo, 2005), in the science curriculum since 2002 and the PISA studies has made it possible to compare pupil outcomes at a national and international level. This situation aligns the opportunity to assess pupils' educational outcome from a utilitarian perspective with the neoliberal rationality that pupils' acquired competencies are to be understood as a commodity in the labour market.

Accountability in Danish science education

In 2002 the Minister of Education explained the change from CKS to Clear Aims as follows:

An enhanced professionalism in teaching goes hand in hand with the development of pupils' versatile skills. The new subject descriptions contain more detailed core knowledge and skill areas (CKS) and indicative aims, and constitute the backbone of the initiative, Clear Aims, which supports the government's policy of increased openness and transparency in the education sector (Preface, Ulla Tørnæs, Minister of Education 2001-05) (Undervisningsministeriet, 2002b)

The above statement illustrates how neoliberal key concepts such as accountability and transparency resonate with the changes within education in Denmark. The 1993 aims state that the pupils shall work with "weather and season phenomena", leaving the teacher and the pupils to decide how the pupils must work and with what elements of weather and season. This means that the pupils and the teacher are mutually accountable for how the work is performed in the classroom.

The 2009 aims state that "Education shall ensure that students have acquired knowledge and skills that enable them to...". This statement makes a demand of the teacher as well as the pupils. The teacher is accountable for the effect of her/his teaching on the pupils; after receiving this education, the pupils are responsible for fulfilling the stated aims. It is the pupil's knowledge on weather and seasons and their ability to apply this knowledge to daily weather and seasonal phenomena that decide whether (1) the pupils have met their obligations within primary science learning and (2) whether the teacher has met her/his obligations within primary science teaching. In relation to the introduction of the Common Aims, the Prime Minister (2001-09) Anders Fogh Rasmussen said:

Some would call it a little reform, but I don't think of it like that, because by introducing a new scale, we promote a new mindset: you get focused on the idea that children should learn something at school and we are giving parents a tool to hold schools responsible, if children do not learn enough (Larsen & Fogh Rasmussen, 2003).

Both answerability and bookkeeping have now become part of the teacher's role. The teacher is accountable for students learning "something" in the school, and this "something" becomes more detailed and prescriptive in 2002, 2004 and 2009, as illustrated in fact box 2. The frequent need for revision of the curriculum (see fact box 2) indicates a lack of political confidence in the school system to achieve the aims. Politicians have argued that more detailed and precise aims tend to make the school more accountable and thereby they hope that reform will restore the general public's trust in the school system. As Ranson (2003), who analysed the UK's educational system, says, however:

This regime of neo-liberal accountability, designed to restore trust to public service has, however, had unintended consequences of further eroding public trust in the stewardship of public services because it has embodied flawed criteria of evaluation and relations of accountability (Ranson, 2003).

As regards accountability the situation in the UK seems to illustrate a bilateral macroscopic resonance with the situation in Denmark.

From 2001 to 2005 a centralisation of educational content took place. All schools had to implement the same aims in their curricula. The Prime Minister's statements illustrate that the move was intended to foster transparency and control of teachers' work. The pupils' study plans and prohibition of group examinations should further improve the transparency of the individual outcome in the education system, which is in accordance with the neoliberal idea of the accountability of individual pupils and the teachers' work. A macroscopic resonance between individualisation and accountability is also evident here. As discussed above, the neoliberal utopia will know of nothing but the individual which is set into action through individualisation and accountability measures. To borrow from Popkewitz (2004, p.13), the good student is easily turned into a scientific problem-solving child, but this also creates a group of pupils who do not meet the demands of the detailed competence-based aims. They are in an individualised educational system and are left alone with the pain of not meeting the standards of society (Popkewitz, 2004). In the neoliberal discourse, children are moulded in science education to be individuals who will be good at doing standardised tests, and if they become good at science, they will be very valuable to the future labour market.

In summary, we see how individualisation through individual exams and study plans has become mandatory, supported by an obligatory competence-based curriculum description that leads to clearer demands for accountability of both pupils and teachers. By ensuring measurable individual competence-based outcomes teachers and pupils can eventually be held accountable for their contribution to the overall national competitiveness. The competencies are those of general value in a global working life within science and technology, rather than competencies that are of value in everyday life.

Neoliberal processes and discursive levels

In this article we set out to fill a gap between science education research and political studies in education. We have done this by analysing educational political events in Denmark. At a macroscopic level we have shown how the global neoliberal discourse has used the DeSeCo framework to implement individualisation, development of individuals' competencies and accountability in educational politics. At the mesoscopic level these neoliberal processes were introduced in Denmark and resulted in more detailed and competence-based curricula and a new purpose for the Danish State School Act from 2006 with more emphasis on preparing pupils for further education and thereby enhancing their future value for the labour market. At the microscopic level the new purpose and the detailed competence-based aims for state schools made it easier to hold the individual teacher and pupils accountable. Therefore, although the neoliberal discourse according to Bourdieu is a utopia, the political system in Denmark has been ensuring its existence by making education an increasingly integral part of this discourse.

Imagining alternatives for the future of science education in Denmark

There are possible alternatives to the existing scenarios that we have discussed so far. First of all it is necessary to argue against the neoliberal assumption that the "welfare" of a society is an attribute of individuals. The notion of welfare builds on some degree of collectivism in society. Within the neoliberal discourse, however, collectivism is absent (Bourdieu & Gustavsson, 1998). As Hofstede argues, however, it is not fruitful to burden societies with either individualism or collectivism (Hofstede, 1983; Ranson, 2003). Thus, to balance the neoliberal focus on individualism, we think it important to restore a connection between education and democracy in the educational system (Ranson, 2003). Scientific education should contribute to pupils' ability to act more collectively as responsible citizens in a global world. This can be done by reintroducing the notion of collectivism in science education that places greater emphasis on how pupils learn to use a collective knowledge base and to have social responsibility (Boreham, 2004; Roth & Lee, 2004).

Second, in the contemporary neoliberal dominated discourse, the most valuable competencies are those that make individuals suitable for the global labour market. Adjectives like commercially and market-oriented are used to characterise the competencies that are suitable for the labour market. The human identity is more than its abilities and skills (Carlsen, 2005). It also encompasses individuals' ability to act as informed and democratic citizens in society (Mayo, 2009; Roth & Lee, 2004). In the neoliberal discourse, however, the use of the word competence overemphasises individual agency in society (Karlsen, 2004). If we want to make use of competence to transform the science curriculum we need to redefine the concept to include collective properties, as actually stated in the DeSeCo (2005) framework: *ability to interact in heterogeneous groups, autonomous agency and the ability to act in social settings*. The implementation of competencies in the science curriculum might also be considered to provide an opportunity to transform the notion of the science knowledge that pupils should learn. A competence-based curriculum opens up the possibility of redefining scientific knowledge as something dynamic, whereby pupils learn about acting in society and producing new things, rather than as something static, whereby the main focus is to acquire bits of established knowledge (Fensham, 2011).

Third, as in many other OECD countries, the school system in Denmark has changed to ensure greater competition and to give parents opportunities to choose the best school for their children. Science education has become part of the culture of accountability in which rigorous inspection and control are increasingly established. (Biesta, 2005) This equates to the thoughts on education in economic terms presented by the OECD in *Education and the economy in a changing society* (1989), thoughts that Robertson (2008) crystallises as the teacher as a provider and the learner as a consumer. The aims and purpose of science education are more and more

detailed and explicit, which enables better possibilities for evaluating and measuring the individual student outcome of science teaching. This is in accordance with the neoliberal agenda for better management and accountability of pupils' acquisition of subject matter content. Very detailed aims can control but not develop education, however (Biesta, 2007). Detailed aims do not improve the professional behaviour of teachers. A reduced space for teachers to act professionally can limit the implementation of reforms in the educational system (Biesta, 2007; Darling-Hammond, 2005; Fullan, 2007).

Fourth, in (Sillasen, Schmidt, Daugbjerg, & Valero, 2011) the significance of a balance between educational politics and their qualitative implementation is discussed. It is documented how imbalance leads to poor use of resources in reform processes. The introduction of competence-based aims as discussed in the present article further stresses the significance of taking into account the possibilities and constraints that neoliberal-driven educational reform creates for pupils and teachers in actual school settings.

Ranson (2003, p.474) points to the need for a process that "will gain the consent of the constituent publics when it has enabled each actor to join a dialogue about the accounts, the interpretive schema, and normative grounds that should inform the practices of the public service". We find it important that teachers have space for developing science education in accordance with their pupils' abilities. This means that a national curriculum should enable such a space as well as provide a normative framework for pupils' learning of scientific skills in order to act as collectively responsible citizens.

Fifth, the initiation of such a process will require a showdown with the seemingly deep-rooted belief in the neoliberal idea of people as rational utility maximisers and with faith in the globalisation of market forces as natural laws prevailing in the international education policy of recent decades and in Denmark since 2001. It does not mean that we should abandon international co-operation and exchange of information, but it is important to introduce other supranational organisations such as UNESCO (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization) which have a more complex and a more holistic point of view (Rubenson, 2008). Understanding how education and economy are connected offers the possibility of changing our way of "doing" school without building another utopia (Biesta, 2005).

By applying the above five reflections, basic science education in Denmark can again balance learning and political education. This balance would benefit from education research literature adopting political readings of education with specificities of curricular areas in science education, because even curricular formulations are not "innocent" – they have a background of power and purpose.

References

- Andersen, N. O. (2006). Fremtidens naturfag i folkeskolen: Rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen [Science in the public school in the future: Report from the Committee to preparation of an action plan for science in the public school]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Andersen, N. O. (2003). Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi [Science Education in the future: Science for all - visions and possible strategy]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Bascia, N. (2005). *International handbook of educational policy*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Biesta, G. (2005). Against learning: Reclaiming a language for education in an age of learning. *Nordisk Pedagogik*, 25(1), 54-66.
- Biesta, G. (2007). Why "what works" won't work: Evidence-based practice and the democratic deficit in educational research. *Educational Theory*, 57(1), 1-22.
- Boreham, N. (2004). A theory of collective competence: Challenging the neo-liberal individualisation of performance at work. *British Journal of Educational Studies*, 52(1), 5-17.
- Bourdieu, P., & Gustavsson, B. (1998). *Moteld: Texter mot nyliberalismens utbredning* [Texts against the propagation of neoliberalism] (B. Gustavsson Trans.). Sweden: Bo Östlings bogforlag.
- Bowden, J. A. (1997). *Competency based education: Neither a panacea nor a pariah*. Retrieved 11/18, 2011, from <http://crm.hct.ac.ae/events/archive/tend/018bowden.html>
- Carlsen, J. (2005). Competence og dannelse. [Competence and Bildung] *Kvan*, 25(71), 29-40.
- Centre for Educational Research and Innovation, & OECD. (1997). *Education at a glance: OECD indicators 1997*. Paris: OECD.
- Christensen, O. R., Stentoft, D., & Valero, P. (2008). Power distribution in the network of mathematics education practices. In E. de Freitas, & K. Nolan (Eds.), *Opening the research text* (pp. 131-157). New York: Springer.
- Darling-Hammond, L. (2005). Policy and change: Getting beyond bureaucracy. In A. Hargreaves (Ed.), *Extending educational change* (pp. 362-387). Netherlands: Springer.
- DeSeCo. (2005). *The definition and selection of key competencies*. Retrieved 17/11, 2011, from <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf>
- DeSeCo. (2008). *Introduction to DeSeCo*. Retrieved 2/21, 2009, from <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index.html>
- Dewey, J. (1938). *Experience and education* (First Touchstone edition 1997 ed.). New York: Simon & Schuster.

- Donnelly, J. F., & Jenkins, E. W. (2001). *Science education: Policy, professionalism, and change*. London: Poul Chapman.
- Dupont, K., & Holm-Larsen, S. (2006). *Folkeskoleloven 2006: Sammenstilling, bemærkninger og gennemførelsesbestemmelser m.v.* [Public School Act 2006: Commented]. Vejle: Kroghs Forlag.
- Durand-Drouhin, M. (1996). Assessing and certifying occupational skills and competences in vocational education and training. Paris: OECD.
- Egelund, N. (2002). Ulla tønæs' 10 skridt mod en bedre folkeskole. [The Ministry of Education's 10 step towards a better public school] *Uddannelse*, 35(6), 4-13.
- Fairclough, N. (2001). *Language and power*. Harlow, England: Pearson Education.
- Fensham, P. (2011). The challenge of generic conferences to science education. *ESERA 2011: Science Learning & Citizenship, in Press*, Lyon, France.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. New York: Teachers College Press.
- Hermann, S. (2007). *Magt & oplysning: Folkeskolen 1950-2006* [Power and information: The public school 1950-2006]. Copenhagen: Unge Pædagoger.
- Hofstede, G. (1983). The cultural relativity of organizational practices and theories. *Journal of International Business Studies*, 14(2), 75-89.
- Johansen, J. R. (2005). *PISA fejlbedømmer danske skoleelever*. Retrieved 09/02, 2011, from www.folkeskolen.dk
- Jørgensen, P. S. (1999). Hvad er kompetence?—Og hvorfor er det nødvendigt med et nyt begreb. [What is a competence? - and why is it necessary with a new concept] *Uddannelse*, 9, 4-13.
- Karlsen, G. E. (2004). Professionalism in a governance perspective - the governance of teacher education and teacher profession in a global perspective. *Professionalism, Trust and Competence Conference*, Oslo.
- Klaudi Klausen, K., & Ståhlberg, K. (1998). *New public management i Norden: Nye organisations- og ledelsesformer i den decentrale velfærdsstat* [New Public Management i Scandinavia: New trends in organization and management in the decentralized welfarestate]. Odense: Odense Universitetsforlag.
- Kolind, L. (1999). *Kompetencerådets rapport 1999: Danmarks nationale kompetenceregnskab* [The National Danish Competencemap: Report from the Competence Council]. Copenhagen: Mandag Morgen Strategisk Forum.
- Larsen, T., & Fogh Rasmussen, A. (2003). *Anders fogh rasmussen: I godt vejr og storm* [Anders Fogh Rasmussen: In good weather and storm] (Third ed.). Copenhagen: Gyldendal.
- Lemke, T. (2001). 'The birth of bio-politics': Michel foucault's lecture at the collège de france on neo-liberal governmentality. *Economy and Society*, 30(2), 190-207.
- Lov om Folkeskolen. (1993). *Lov om folkeskolen 1993*. Retrieved 8/27, 2011, from <http://inet.dpb.dpu.dk/ress/skolelove/folkeskole/30.06.1993.html>

- Lundahl, L. (2006). Swedish, european, global - the transformation of the swedish welfare state. In B. Lingard, & J. Ozga (Eds.), *The RoutledgeFalmerreader in education policy and politics* (pp. 117-130). London: Routledge.
- Mayo, P. (2009). The "Competence" Discourse in education and the struggle for social agency and critical citizenship. *International Journal of Educational Policies*, 3(2), 5-16.
- National Commission on Excellence in Education. (1983). A nation at risk: The imperative for educational reform: An open letter to the american people: A report to the nation and the secretary of education, united states department of education. Washington, D. C: United States Government Office.
- OECD. (1960). *Convention on the organisation for economic co-operation and development*. Retrieved 8/27, 2011, from www.oecd.org/document/7/0,3343,en_2649_2011185_1915847_1_1_1_1,00.html
- OECD. (1989). *Education and the economy in a changing society*. Paris: OECD.
- OECD. (2001). *Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000: Executive summary*. Paris: OECD.
- Ong, A. (2006). *Neoliberalism as exception* Duke University Press Durham, NC.
- Pais, A., & Valero, P. (2011). Beyond disavowing the politics of equity and quality in mathematics education. In B. Atweh, W. Secada, M. Graven & P. Valero (Eds.), *Mapping equity and quality in mathematics education* (pp. 35-48). Dordrecht: Springer.
- Peters, M. A. (2001). *Poststructuralism, marxism, and neoliberalism: Between theory and politics*. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield Pub Inc.
- Popkewitz, T. (2004). The alchemy of the mathematics curriculum: Inscriptions and the fabrication of the child. *American Educational Research Journal*, 41(1), 3.
- Ranson, S. (2003). Public accountability in the age of neo-liberal governance. *Journal of Education Policy*, 18(5), 459-480.
- Regeringen. (2001). *Vækst, velfærd, fornyelse: Regeringsgrundlaget 26. november 2001* [Growth, welfare and renewal: Government strategic plan, november 26th 2001]. Copenhagen: The Danish Government.
- Regeringen. (2002). *Bedre uddannelser - handlingsplan* [Actionplan for Better Educations] (1st ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Regeringen. (2006). *Fremgang, fornyelse og tryghed: Strategi for danmark i den globale økonomi* [Prosperity, innovation and security: Strategy for Denmark in the global economy]. Copenhagen: The Danish Government.
- Ringsted, M. (1999). Dansk arbejdsgiverforenings syn på kompetenceudvikling. [Danish Employers Society's view on competence development] *Uddannelse*, 32(9), 46-49.
- Roth, W. M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2), 263-291.

Rubenson, K. (2008). OECD education policies and world hegemony. In R. Mahon, & S. McBride (Eds.), *The OECD and transnational governance* (pp. 242-259). Vancouver: The UBC Press.

Rychen, D. S. E., & Salganik, L. H. E. (2001). In Rychen D. S. E., Salganik L. H. E. (Eds.), *Defining and selecting key competencies*. Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.

Rychen, D. S. E., & Salganik, L. H. E. (2003). In Rychen D. S. E., Salganik L. H. E. (Eds.), *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.

Schedler, A. (1999). Conceptualizing accountability. In A. Schedler, L. Diamond & M. F. Plattner (Eds.), *Power and accountability in new democracies* (pp. 13-28). Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers.

Sillasen, M. K., Schmidt, J. R., Daugbjerg, P. S., & Valero, P. (2011). Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisning i Danmark: Læreres ressourcer og roller i reformprocesser. [The qualities of reforms in science education in Denmark: Teachers resources and roles in changeprocesses] *MONA*, 2011(1), 39-56.

Statsministeriet. (2005). *Nye mål, regeringsgrundlaget 2005 (new aims, government strategy 2005)*. Retrieved 8/27, 2011, from <http://www.stm.dk/publikationer/reggrund05/index.htm>

Søndergaard, K. O., Bang Pedersen, A., & Seest, L. (2009). *Natur, teknik og sundhed: For alle og for de få, i bredden og i dybden* [Science, Technology and health Education: For all and for the few] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

TIMMS. (2007). *Trends in international mathematics and science study*. Retrieved 8/27, 2011, from <http://nces.ed.gov/timss/>

Tørnæs, U. (2004). *Press release, december 6th 2004*. Retrieved 01/10, 2010, from www.uvm.dk

Undervisningsministeriet. (1993). *Uddannelse til alle: Undervisningsministerens redegørelse til folketingset* [Education for all: Department of Education's review for the Parliament]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (1994). *Formål og centrale kundskabs- og færdighedsområder - folkeskolens fag* [Purpose and Core Knowledge and Skills in Public Schools]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2002a). *Bedre uddannelser* [Better Educations]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2002b). *Klare mål - fysik/kemi* [Clear Aims - physics/chemistry] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2004). *Fælles mål - natur/teknik* [Common Aims - Nature and Technology] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2008). *The aims of the folkeskole*. Retrieved at October 31st 2013 from <http://eng.uvm.dk/Uddannelse/Primary%20and%20Lower%20Secondary%20Education/The%20Folkeskole/The%20Aims%20of%20the.aspx>. Located October 31st 2013.

Undervisningsministeriet, & Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling. (2004). *Bedre uddannelser - fra ord til handling: Status tre år efter regeringens tiltrædelse* [Better educations - statusreport af three years with a conservative -liberal government] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Veje, C. J. (2001). *Natur/teknik i folkeskolen: Hvorfor og hvordan* [Nature/Technique in the Public School: why and how] (1. udgave ed.). Copenhagen: Alinea.

Wedge, T. (2003). *Kompetence(begreber) som konstruktion* [Competencies as a construction]. Roskilde: Center for forskning i matematiklæring.

Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisningen i Danmark

Artiklen er scannet og indsat i denne afhandling med Tidsskiftet MONA's layout for at bevare den opsætning af figurer, tabeller og tekstbokse, som artiklen er publiceret med. Referencer i artiklen findes i referencelisten i slutningen af artiklen. Figurer og tabeller er nummereret, så de fremstår med numre, der ikke følger den øvrige afhandlings figurnummerering. Henvisninger i brødteksten i artiklen refererer kun til figurer og tabeller i artiklen.

Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisning i Danmark

– læreres ressourcer og roller i reformprocesser



Martin K. Sillasen,
VIA University College



Peer S. Daugbjerg,
VIA University College



Jette R. Schmidt,
University College
Nordjylland



Paola Valero, Aalborg Universitet

Abstract. *Artiklen analyserer kvaliteten af tre reforminitiativer rettet mod folkeskolens naturfag: revisioner af naturfagenes målsætninger i folkeskolen, tilskud til folkeskolelæreres naturfagsdidaktiske efteruddannelse og ændringer i grunduddannelsen til folkeskolelærer i naturfag. Reforminitiativerne analyseres ud fra læreres muligheder for at investere ressourcer i reformerne. Analysen viser at lærerne har haft varierende grad af indflydelse på implementeringen i skolens hverdag. Dette har skabt en ubalance mellem lærernes og andre aktørers roller og investering af ressourcer, og dermed forringes kvaliteten af reformernes implementering.*

Introduktion

I Danmark har de seneste bølger i kvalitetsudviklingen af uddannelsessystemet været drevet af et politisk ønske om at landet skal klare sig godt i en globaliseret, markedsorienteret verden hvor viden er en handelsvare, og et højt uddannelsesniveau i befolkningen er vigtigt for at kunne sikre velfærden langt ud i fremtiden (regeringen, 2006). Denne politiske diskurs støttes af nye offentlige ledelsesprincipper for at sikre professionel ansvarlighed og effektivitet i velfærdsydelse. Disse ledelsesprincipper indfører økonomiske motiver og strategier i diskursen om velfærdsstatens kvaliteter (Beach, 2008, s. 272-273). Men en økonomisk forståelse af kvalitet peger kun på en af dimensionerne til at beskrive og vurdere reformer af uddannelsessystemet. Suc-

FAKTABOKS OM GRUNDLAGET FOR DE POLITISKE INITIATIVERS TILBLIVELSE

Fra 2001 til 2008 har en række rapporter fra ekspertudvalg tematiseret de problemstillinger der knytter sig til at styrke naturfagsundervisningen i folkeskolen og læreruddannelsen. Først kom Evalueringsinstituttets evaluering af fysik (Danmarks Evalueringsinstitut, PLS Rambøll Management & Dansk Markedsanalyse, 2001) som fremhævede mange skolers svage naturfaglige kultur og behovet for fagdidaktisk opgradering af lærerne. Rapporten *Fysik og kemi – naturvidenskab for alle* (Arbejdsgruppen for Fysik og Kemi, 2002) analyserede fysik og kemi i hele uddannelsessystemet og anbefalede at satse på naturfag for alle, dvs. en breddestrategi frem for en elitestrategi, kombineret med en kompetenceorientering af fagene og en fagdidaktisk satsning. *Fremtidens naturfaglige uddannelser* (Andersen, Busch, Horst & Troelsen, 2003) samlede op på disse rapporter. For naturfagene i folkeskolen anbefalede rapporten at faglige lærerteam får større ansvar, at der udvikles lokale læseplaner i natur/teknik, at der etableres et efteruddannelsesprogram for lærere, og at naturfagene i 7.-9. klasse koordineres bedre og gøres til prøvfag. Derefter fulgte rapporten *Fremtidens naturfag i folkeskolen* (FNIF) (Andersen et al., 2006) som specifikt kom med anbefalinger rettet mod naturfagsundervisningen i folkeskolen. Senest har rapporten *Et fælles løft* (NTS) (Andersen et al., 2008) budt på en samlet strategi som ud over naturvidenskabelige og tekniske uddannelser også omfatter sundhedsfaglige uddannelser.

Det bemærkelsesværdige ved denne serie af rapporter er tætheden hvormed de er fremkommet, og at anbefalingerne i rapporterne i store træk ligner hinanden. Specielt er der stort sammenfald mellem hovedanbefalinger fra de to sidste rapporter, FNIF og NTS, vedrørende naturfag i læreruddannelsen, lærernes efter- og videreuddannelse og naturfagenes målsætninger opstillet synoptisk. Se tabel 1.

cesfulde reformer balancerer mellem de økonomiske/teknokratiske, de politiske og de kulturelle/pædagogiske krav til forbedringer af uddannelsessystemet (House & McQuillan, 2005).

Denne inkluderende forståelse af kvalitet er i overensstemmelse med nyere fortolkninger af kvalitetsbegrebet der ikke kun refererer til egenskaber ved et produkt, men også til egenskaber ved de tilknyttede processer og procedurer (Dahler-Larsen, 2008). Fokus på processer og produkter bidrager til at anerkende de mange aktørers forskellige handlemuligheder for at opnå kvalitet (Darling-Hammond, 2005). Med andre ord bør en diskurs om kvalitet i uddannelsessystemet sidestille økonomiske,

Tabel 1. FNIF- og NTS-rapporterne opstillet synoptisk.

| Hovedanbefalinger i FNIF-rapporten (2006) | Hovedanbefalinger i NTS-rapporten (2008) |
|---|--|
| De fire naturfaglige linjefag i læreruddannelsen skal alle være på mindst 1 årsværk og have et fælles naturfagsdidaktisk modul og højere adgangskrav. | Folkeskolelæreruddannelsen i naturfagene forbedres gennem en ligestilling af linjefagene og indførelse af et fælles didaktisk modul . Der indføres et nyt alment obligatorisk NTS-fag med fokus på områdets betydning i samfundet. |
| Der skal etableres et nationalt efter- og videreuddannelsesprogram til sikring og udvikling af lærernes fagspecifikke og fagdidaktiske kompetencer. | Et efteruddannelsesprogram for grundskolelærere etableres i dialog med relevante aktører med fire hovedindsatser: (1) natur/teknik-linjefagsopkvalificering for at sikre faglige forudsætninger for at gennemføre undervisningen, (2) skolebase-rede udviklingsforløb for at sikre reel udvikling af undervisningen, (3) efteruddannelse af ikke-naturfagslærere for at alle lærere kan bidrage til elevernes almene naturfaglige dannelse, og (4) pædagogisk diplomuddannelse i naturfagsdidaktik for at sikre tilstrækkelig mange lærere med kompetence som lokal naturfagsressourceperson. |
| Målbeskrivelserne for naturfagene skal præciseres og samtænkes for at sikre progression og bedre synergi mellem naturfagene. Grundlaget for på længere sigt at etablere en fælles ramme (Science) for naturfagsområdet i hele folkeskolen skal undersøges. | Målbeskrivelserne for NTS-fagene (inkl. matematik) nytænkes og samtænkes med brug af samme kompetenceorienterede begrebsapparat så der skabes en rød tråd gennem hele uddannelsesforløbet fra grundskole over ungdomsuddannelserne til videregående uddannelser. For grundskolen arbejdes der på sigt i retning af en fælles ramme ("Science") for det naturfaglige område. |

værdimæssige og pædagogiske perspektiver og handlinger. I Danmark diskuteres behovet for at balancere den økonomiske rationalitet i kvalitetsudvikling med en diskurs om læreres didaktiske og professionelle råderum i deres arbejde og undervisning (Moos et al, 2005). Systematisk forskning i USA og Canada om skoleforandring peger på betydningen af læreres arbejde i uddannelsesreformer: "Ændringer i uddannelser afhænger af hvad lærere gør og tænker – det er så enkelt og komplekst" (Fullan, 2007, s. 127) (forfatterens oversættelse). Det er velkendt at lærere er nøgleaktører i reformprocesser (OECD, 2005; Lieberman & Mace, 2010).

De generelle overvejelser om kvalitet af reformer gør sig også gældende når spørgs-

målet om ændring og forbedring af skolens naturfag kommer i fokus. Det afgørende for reformers betydning for kvaliteten af naturfagsundervisningen i skolen er, hvordan de påvirker naturfagslæreres handlinger og tænkning.

Vi vil i denne artikel præsentere en analyse af tre uddannelsespolitiske reforminitiativer rettet mod naturfagene i folkeskolen og læreruddannelsen. Analysen fokuserer på om reforminitiativerne har levet op til de politiske intentioner set ud fra lærernes handlemuligheder. De tre initiativer vi analyserer, er:

1. Ændringer i naturfagenes målsætninger
2. Tilskudsmuligheder til læreres naturfagsdidaktiske efteruddannelse
3. Ændringer af læreruddannelsens naturfaglige linjefag.

Analysen tager udgangspunkt i disse tre initiativer fordi de er centrale elementer i regeringens intention om at reformere skolens naturfagsundervisning (Undervisningsministeriet, 2008). De er også fremhævet af naturfagsdidaktiske ekspertudvalg gentagne gange siden år 2000.

Aktører og ressourcer som kategorier til analyse af kvalitet

Indledningsvis er det nødvendigt at understrege en vigtig pointe: Vi baserer vores kvalitetsbegreb på international og dansk uddannelsesforskning om implementering af reformer. Denne forskning baserer sig ikke på samme kvalitetsforståelse som understøtter de uddannelsespolitiske beslutninger, eksemplificeret her ved daværende statsminister Anders Fogh Rasmussens udtalelse om at indførelsen af slut- og trinmål i Folkeskolen: "... giver forældrene et redskab til at komme efter skolen, hvis børnene ikke lærer nok." (Larsen, 2003, s. 301). Dette citat illustrerer hvorledes den politiske opfattelse af kvalitet i uddannelsesreformer er domineret af et ønske om kontrol-lerbarhed af undervisningens resultater.

Kvalitetsbegrebet kan således være præget af såvel ønsker om kontrol som ønsker om udvikling af de pædagogiske processer. Derfor vælger vi en operationel forståelse af kvalitet der fokuserer på *aktørernes* – specielt lærernes – rolle og mulighed for at investere *ressourcer* i implementeringen af reforminitiativerne i deres daglige arbejde. I dette afsnit udfoldes aktører og ressourcer som kategorier for at bygge et begrebsapparat til at tydeliggøre reforminitiativernes betydning for de involverede aktørers professionelle arbejde med naturfagsundervisning.

Aktører – hvem handler?

Vi bruger Dolins (2005) inddeling af aktørniveauer i uddannelsessystemet som udgangspunkt for vores forståelse af aktørers roller i uddannelsesreformer (se tabel 2).

Tabel 2. Model for aktørniveauer i uddannelsessystemet (Dolin, 2005).

| Niveau | Elementer | Aktører |
|---|---|---|
| MAKRO Intentioner | Uddannelsespolitik Læseplansudvikling | Regering, interesseorganisationer Ministerium, forskere, interessenter i øvrigt Kommuner |
| MESO Implementering og institutionalisering | Skolekultur, værdigrundlag Naturfagsmiljøet Fortolkning i praksis | Ledelse Fagkolleger Lærere i samarbejde |
| MIKRO Realisering | Undervisnings- og lærings- situationer | Lærer og elever i relationelle situationer |

Der er to vigtige idéer ved denne model i relation til uddannelsesreformer. For det første at uddannelsesreformer ikke bevæger sig i én bestemt retning i uddannelsessystemet. Lærere, skoleledelser, kommunale forvaltninger og statslige myndigheder er alle aktører i uddannelsessystemet der kan initiere reformer (Müller et al., 2011). Initiativet i reformprocesser kan tilhøre forskellige aktører på forskellige niveauer i uddannelsessystemet. For det andet at aktørernes forskellige placering i uddannelsessystemet har betydning for deres muligheder for at påvirke og have indflydelse på forandringer. Det betyder at omsætningen af intentioner til handling i reformprocesser er drevet af aktørers muligheder for at fortolke, forhandle og gennemføre reformer ud fra deres position i uddannelsessystemet (Darling-Hammond, 2005).

Pointen i disse idéer er at initiativet i reformprocesser kan tilhøre specifikke aktører i uddannelsessystemet, men at aktørernes mulighed for at handle afhænger af deres position i uddannelsessystemet. Ifølge Darling-Hammond er der i uddannelsesforskningen to forskellige teorier om hvordan uddannelsesreformer kan implementeres. Den ene teori fokuserer på stram *central* styring (makroniveaustyring og -initiering, jf. Dolin) gennem bl.a. præcise mål og kvalitetssikringsstrukturer. Denne teori bygger på en antagelse om at lærere og ledere grundlæggende mangler fokus og engagement i forhold til at forbedre undervisningens kvalitet. Den anden teori lægger vægt på *lokalt* at øge læreres viden og ændre skoler til lærende organisationer som kan udvælge og bruge de mest effektive metoder i undervisningen (lokalt genereret udvikling på mesoniveau, jf. Dolin) (Darling-Hammond, 2005, s. 365-366).

Et eksempel på en *centralt initieret* reformproces er den der foregik i USA fra slutningen af 50'erne og op gennem 60'erne efter Sputnikchokket (Darling-Hammond, 2005; Robertson, 2000). I denne reformproces blev nye læseplaner udviklet af de bedste videnskabelige eksperter inden for hvert naturvidenskabeligt fag. Læseplanerne blev

transformeret til undervisningsplaner og afprøvet på et lille antal modelskoler. Erfaringerne fra denne implementeringsstrategi var at det var meget svært at overtage undervisningsplaner udviklet på modelskoler og implementere dem på andre skoler. Et eksempel på en *lokalt genereret* udviklingsproces er spredningen af udeskolepædagogikken fra lokale ildsjæle til kommunale indsatsområder (se Udeskole.dk, 2010). Denne form for uddannelsesreform er sjælden.

Oftere ser man en blanding af de to typer i det man kan kalde en *centralt stimuleret lokal udvikling*.

En uddannelsesreform der er karakteriseret ved *centralt stimuleret lokal udvikling*, har en større chance for at blive succesfuldt implementeret end fx en *centralt initieret* eller *lokalt genereret* reform fordi den indeholder elementer af en *balanceret* beslutningsproces og opgavefordeling mellem nationale og lokale institutioner i uddannelsessystemet (Darling-Hammond, 2005, s. 366). Denne type blandede reformer giver muligheder for:

1. at lærere kan tilpasse reformers indhold til deres elevers aktuelle læringsbehov
2. at lokale skolemyndigheder kan iværksætte initiativer der støtter kapacitetsudvikling på den enkelte skole og vidensdeling mellem skoler – kapacitetsudvikling forstås som ansvarliggørelse af skoler og lærere for elevers læring under hensyntagen til den enkelte elev og lokalsamfundets skiftende behov
3. at nationale skolemyndigheder kan etablere systemer til kvalitetskontrol, fordeling af ressourcer og vidensdeling om god undervisningspraksis (Darling-Hammond, 2005).

Projektet "Danske Science Kommuner" er et eksempel på en udviklingsproces som omfatter mange af disse ønskelige elementer (Dansk Naturvidenskabsformidling, 2010). I dette projekt har 25 kommuner været involveret. De konkrete initiativer i projektet omfatter fx formuleringen af en kommunal naturfagsstrategi som skal bidrage til skolernes kapacitetsudvikling, samt etablering af naturfagsbestyrelser som skal bidrage til at styrke samarbejdet mellem forskellige aktører med det formål at støtte den samlede udvikling af naturfagsundervisningen i hver kommune.

Darling-Hammond og Dolin beskriver aktørers forskellige muligheder for at handle i reformprocesser. Kvaliteten af en uddannelsesreform kan derfor afdækkes gennem en analyse af *aktører* og deres tildelte roller i reformen.

I analysen bruger vi konklusionerne fra undersøgelsen *Elementer af god skolepraksis* (Mehlbye & Ringsmose, 2004) sammen med Darling-Hammonds kriterier for en *balanceret* opgavefordeling i reformer til at vurdere om reforminitiativerne bidrager til at øge kvaliteten af lærernes arbejde. Mehlbye & Ringsmose (2004) konkluderer at en skole med bl.a. en samarbejdende lærergruppe og en synlig, tydelig og dialogorienteret

ledelse er bedst til at støtte elevernes læring. Andre studier af elevers læringsudbytte i skolen (fx Nordenbo et al., 2008; Fullan, 2007) beskriver hvordan lærere bedst kan bidrage til elevernes læringsudbytte i skolen. Med afsæt i disse resultater vil vi analysere reforminitiativerne ud fra lærernes roller i reformerne.

Ressourcer – hvad handler aktørerne med?

Aktørers muligheder for at indfri reforminitiativernes intentioner afhænger bl.a. af om aktørerne har de nødvendige økonomiske og menneskelige ressourcer til at varetage deres del af reformen. Intentionen med en uddannelsesreform er typisk at investere økonomiske ressourcer i at forbedre skolens produktionsapparat så eleverne får et større udbytte af undervisningen (Hargreaves & Fink, 2006). Den danske regering ønsker at øge kommunernes fleksibilitet for ressourceanvendelse for at forbedre elevernes udbytte af undervisningen (regeringen, 2002, s. 20). Den aktuelle politiske debat i Danmark drejer sig om hvordan det offentlige system forvalter skatteydernes penge på en økonomisk forsvarlig måde (Lehmann, 2010). Dette kan sammenholdt med det øgede fokus på målsætning i skolen (se afsnittet om målsætninger) tolkes som en markedsorienteret uddannelsespolitik der sætter brugerne (eleverne og deres familier) i centrum, og hvor skolerne gennem en kontraktpolitik er ansvarlige for en bestemt ydelse over for brugerne af skolen (Robertson, 2000; Hermann, 2007). Denne opfattelse af skolen som leverandør af en ydelse defineret ud fra bestemte kvalitetsparametre der er nærmere beskrevet i en formaliseret kontrakt, har ændret skolernes økonomiske og ledelsesmæssige råderum. Hvor økonomiske bevillinger til skolerne tidligere var funderet i en bredt formuleret mål- og rammestyring, er de nu med indførelsen af kontraktpolitikens formalisering og ansvarliggørelse i højere grad bundet op på pulje- og projektbevillinger som udløses til skolerne hvis deres aktiviteter opfylder statsligt udstukne retningslinjer (Hermann, 2007, s. 160-162). Det betyder at skolelederne og lærerne lokalt pålægges et ansvar for at bruge ressourcerne på en økonomisk forsvarlig måde så de er i stand til at opfylde de krav som er formuleret i den statslige eller kommunale skolepolitik.

Fokuseringen på kvalitetssikring gennem økonomisk incitamentsstyring er kun én af flere dimensioner som kan anvendes til at analysere uddannelsesreformer. Uddannelsesreformers succes afhænger også af om der stilles krav til udvikling af pædagogiske/kulturelle dimensioner i reformen (House & McQuillan, 2005). Det kan fx være udvikling af lærernes og skoleledernes professionelle kompetencer så de kan bidrage til at øge den enkelte skoles kapacitet til at implementere uddannelsesreformer i den daglige praksis. Reformprocesser kan på forskellig vis aktivere disse kompetencer ved at benytte dem til at iværksætte pædagogiske udviklingsprocesser. I det systematiske review *Lærerkompetencer og elevernes læring i førskole og skole* (Nordenbo et al., 2008) konkluderes det at lærerne 1) skal besidde kompetencer til at indgå i sociale relationer

med eleverne, 2) skal besidde kompetencen til at lede hele klassen og 3) skal besidde en didaktisk kompetence i almindelighed og i relation til specifikke undervisningsfag. Ifølge Nordenbo et al. bidrager disse tre lærerkompetencer først og fremmest til eleveres læringsudbytte.

Nordenbo et al.s præcisering af lærerkompetencer kombineret med Hermans udredning af skolers økonomiske råderum muliggør en nuancering af de ressourcer skoler råder over i en reformproces. Vi sammenfatter lærernes kompetencer og skolers økonomi til *ressourcer* som den anden kategori i vores analyse. Med dette skelner vi mellem lærerne som aktører og lærernes kompetencer som en ressource. Vi vil jf. diskussionen om aktører som analysekategori fokusere på læreres mulighed for at investere ressourcer i implementering af reformer i form af arbejdstid, kompetencer og råderum.

Analyse af tre uddannelsespolitiske initiativer

Vi vil undersøge kvaliteten af reformer primært ud fra deres evne til at understøtte læreres muligheder for lokalt at bearbejde reforminitiativets betydning for deres egen undervisning og elevers læring. Vi er mindre optagede af reformernes politiske kontrolkvaliteter. Vi har valgt at analysere tre reforminitiativer som på forskellig vis kan påvirke lærerne i deres daglige undervisning. Ændringer i naturfagernes målsætninger kan indvirke direkte på lærernes daglige undervisning. Tilskudsmuligheder til læreres naturfagsdidaktiske efteruddannelse kan indvirke på de efteruddannede læreres formelle kompetence i deres daglige undervisning. Ændringer i læreruddannelsen påvirker kommende læreres formelle kompetence i deres fremtidige daglige undervisning.

Naturfagernes målsætninger

Andersen et al. (2006 og 2008) anbefaler at der skabes en progression i målsætningerne der strækker sig fra skolestart til afslutningen af ungdomsuddannelserne – se faktaboks for detaljer. Disse anbefalinger understøtter en politisk proces der har været i gang siden år 2000. Først blev Klare Mål indført i 2002 med baggrund i bl.a. forsøgsprogrammet *Folkeskolen år 2000* (Mehlbye, 2001). Med folkeskoleforliget i 2004 ændredes de til Fælles Mål, der udgør bindende trin- og slutmål for folkeskolen (Hermann, 2007, s. 132-140). Dernæst blev Fælles Mål erstattet af Fælles Mål II i 2009. Revideringen af Fælles Mål til Fælles Mål II var udtryk for en opfattelse af at de samlede naturfaglige ressourcer i grundskolen blev udnyttet for dårligt (Andersen et al., 2008). Andersen et al. (2006) påpegede et behov for at skabe et incitament til at styrke samarbejdet mellem biologi, fysik/kemi og geografi. Det er nu til stede fordi flere af trinmålene er enslydende for naturfagene. Det øgede fokus på samarbejde og progres-

sionen mellem naturfagene skal være med til at skabe en stærkere naturfaglig kultur for lærerne på skolen som helhed så elevernes samlede udbytte af undervisningen øges (Andersen et al., 2008).

Revisionerne af målsætningerne kan opfattes forskelligt alt efter det aktørperspektiv man anlægger på reformen. På den ene side er tydeliggørelsen af undervisningsmålene for naturfagene udtryk for et politisk ønske om øget ansvarliggørelse af lærere over for brugerne af skolen (Hermann, 2007, s. 160). De politiske intentioner med mere præcise undervisningsmål er at styrke fagligheden i folkeskolen for at gøre Danmark konkurrencedygtigt i en globaliseret, markedsorienteret verden (regeringen, 2002).

På den anden side har kæden af revisioner øget detaljeringen af målbeskrivelserne, hvilket har betydet at lærerne oplever en begrænsning i deres muligheder for at fortolke fagenes indhold og målsætninger. Risikoen ved detaljering af undervisningens målsætninger er at mange lærere oplever at deres professionelle autonomi begrænses. (Hermann, 2007, s. 146).

Revisionen af målsætningerne siden år 2000 eksemplificerer en sammenhængende række af initiativer som isoleret set ikke har kostet noget økonomisk, men som har indskrænket læreres og lederes professionelle autonomi. Undersøgelser peger også på at der kan indtræde en reformtræthed blandt lærere hvis de udsættes for hyppige revisioner af deres daglige arbejde (Müller et al., 2011).

Sammenfattende har undervisningsministeren i overensstemmelse med ekspertanbefalingerne og Folketingets beslutning præciseret målbeskrivelserne for naturfagsundervisningen i folkeskolen. Det tydeliggør Folkeskolens forpligtigelse over for såvel skoleledere og lærere som forældre og elever. Men på den anden side har undervisningsmålene i Fælles Mål II en detaljeringsgrad som indskrænker læreres frihedsgrader til at fortolke og omsætte målene til undervisning tilpasset deres elevers behov. Dette er u hensigtsmæssigt da læreres mulighed for lokalt at formulere mål for undervisningen er afgørende for elevers læring (Mehlbye & Ringsmose, 2004). Målene for undervisningen er blevet beskrevet mere og mere detaljeret i løbet af de sidste ti år, men betydningen for børnenes læring er uvis.

Lærernes efter- og videreuddannelse

Lærernes behov for fagdidaktisk opkvalificering er veldokumenteret. Flere undersøgelser har gennem de senere år påpeget at andelen af lærere med linjefagsuddannelse i biologi, geografi og natur/teknik er særlig lav (KL, Finansministeriet & Undervisningsministeriet, 2006; Danmarks Lærerforening, 2007). Andersen et al. (2006 og 2008) anbefaler at der etableres et nationalt efter- og videreuddannelsesprogram med fokus på både fagspecifikke og fagdidaktiske kompetencer – se faktaboks for de specifikke hovedindsatsområder.

Anbefalingen blev fulgt op af et politisk initiativ til styrkelse af naturfagsdidaktikken i folkeskolen gennem et økonomisk støtteprogram til læreres deltagelse i linjefagsuddannelse inden for natur/teknik, biologi og geografi samt til den pædagogiske diplomuddannelse til naturfagsvejleder (Undervisningsministeriet, 2007a). Initiativet relaterede sig både til skolens økonomiske ressourcer og til lærernes kompetencer. Hensigten var at øge kompetencerne blandt folkeskolens naturfagslærere med henblik på at styrke den naturfaglige undervisning.

Den endelige udmøntning af støtten fulgte anbefalingerne i en rapport fra Kommunernes Landsforening, Finansministeriet og Undervisningsministeriet fra 2006, således at støtten blev givet til deltagerbetaling og taxametertilskud (KL et al., 2006). Kommunerne skulle selv finansiere lærernes arbejdstid – dvs. løn under uddannelsen. Støtten blev givet i 2007-2009, dog således at påbegyndte forløb kunne afsluttes senere end 2009 og stadig opnå støtte. Det var intentionen at ordningen skulle skabe et incitament for den enkelte kommune og skole til at efter- og videreuddanne flere lærere i naturfag ved at stat og kommune delte udgiften. Ordningen kan ses som et direkte samspil mellem det makroskopiske og mesoskopiske niveau i uddannelsessystemet med henblik på at styrke den enkelte medarbejders kompetencer.

Undervisningsministeriet udbød i puljen "Styrkelse af folkeskolen" 99,5 mio. kr. til refusion til kommunerne til efteruddannelse af folkeskolelærere inden for naturfag, matematik og engelsk (Undervisningsministeriet, 2007a). Af denne pulje blev der reelt kun brugt 24,5 mio. kr. (J. Holme, Undervisningsministeriet, personlig kommunikation, 11. oktober 2010). Disse bruttobeløb siger ikke noget om efteruddannelsesaktiviteten inden for naturfag. Undervisningsministeriet undersøgte i 2007 hvor mange lærere kommunerne forventede at efteruddanne med støtte fra puljen "Styrkelse af folkeskolen". 83 ud af landets 99 kommuner indgav svar. Disse er gengivet i 2. og 3. kolonne i tabel 3 (Undervisningsministeriet, 2007b). Den forventede aktivitet inden for naturfagsdidaktik svarer til en refusion til kommunerne på 63 mio. kr. Undervisningsministeriet undersøgte i 2010 hvor mange lærere der reelt var blevet efteruddannet med støtte fra puljen. Disse data er gengivet i 4. kolonne i tabel 3 (J. Holme, Undervisningsministeriet, personlig kommunikation, 11. oktober 2010). Tabellen viser at kun halvdelen af det forventede antal lærere gennemførte en naturfagsdidaktisk opkvalificering.

Den politiske intention med dette initiativ var, i overensstemmelse med ekspertudvalgenes anbefalinger, at øge lærernes formelle faglige kompetencer for at undervise. Støtteordningen var eksemplarisk set i forhold til Darling-Hammonds anbefaling om statslig stimulering fra makroniveau til støtte af lokal udvikling af lærerkompetencer på mesoniveau. Forskellen mellem det forventede og det reelle antal efter- og videreuddannede lærere tyder på at tilskudsordningen havde visse indbyggede svagheder. Tilskudsordningen var tidsbegrænset til tre år, så den store tålmodighed har man ikke haft på det politiske makroniveau.

Tabel 3. Antal forventede og reelt efteruddannede lærere inden for naturfagsdidaktik.

| Vurderede kommunen at der var behov for at linjefagsuddannede lærere eller lærere som vejledere med støtte fra puljen? | Ja/nej | Antal lærere som de 83 kommuner pr. december 2007 forventede at uddanne i 2007-2009 i de nævnte fag med støtte fra puljen | Antal lærere som reelt blev efter- og videreuddannet i naturfagene med støtte fra puljen i 2007-2009, opgjort i februar 2010 |
|--|--------|---|--|
| Natur/teknik (linjefag) | 74/9 | 895 | 533 |
| Geografi (linjefag) | 58/25 | 289 | 278 ¹ |
| Biologi (linjefag) | | 267 | |
| Naturfag (vejleder) | 53/30 | 280 | 72 ² |
| I alt | | 1.731 | 883 |

Arbejdsgruppen om efteruddannelse (KL et al., 2006, s. 9) refererer til "... oplysninger fra DPU ..." om at det er påvist at linjefagsuddannede lærere giver bedre elevresultater. Rapporten gengiver ikke disse oplysninger og diskuterer dem heller ikke. Arbejdsgruppen anbefaler efterfølgende formelle efteruddannelsesstilbud i form af linjefag og pædagogisk diplomuddannelse, hvilket også er det der er gennemført, jf. tabel 3.

Virkningen af denne formelle kompetenceudvikling på naturfagsundervisningen i skolerne er ikke undersøgt. En undersøgelse af læreres deltagelse i pædagogiske diplomuddannelser tyder på ringe virkning på sigt på undervisningen (Appel & Daugbjerg, 2010). Et af problemerne er hvordan den nye viden skal indgå i samarbejdet mellem lærere på den enkelte skole. I denne implementeringsproces er skoleledelsens opbakning afgørende for at få lærernes nye kompetencer bragt i spil i forhold til den daglige undervisning. Mehlbye & Ringsmose (2004) påpeger at sparring og dialog mellem ledelse og lærere og mellem lærere er afgørende for elevers læring. Det er p.t. uundersøgt hvordan de gennemførte uddannelsesforløb har påvirket lærernes samarbejde og daglige undervisning.

Landspolitisk ønskede man at afhjælpe et dokumenteret behov for kompetenceudvikling inden for naturfagene. Den begrænsede udnyttelse af efteruddannelsesinitiativet har ikke skabt det kompetenceløft man kunne have opnået ved forbrug af alle

1 Dette tal indeholder både dem der er efteruddannet i biologi og i geografi. Tallene fra Undervisningsministeriet viser ikke hvor mange lærere der er videreuddannet i linjefagene hver for sig.

2 Dette tal dækker over at der er lærere der har gennemført 431 moduler på naturfagsvejlederuddannelsen, svarende til at cirka 72 lærere har fuldført diplomuddannelsen på i alt seks moduler.

de oprindeligt afsatte midler. Staten står tilbage med uforbrugte midler: Pr. februar 2010 er der forbrugt 24,6 mio. kr. til refusion til kommunerne af den samlede pulje på oprindeligt 99,5 mio. kr. Lærere og lokale skoleledelser har ikke haft mulighed for at påvirke brugen af de afsatte midler. Midlerne kunne kun bruges til deltagerbetaling og arbejdstid til efteruddannelse (KL et al., 2006). Det var kun muligt at få del i støtten i perioden 2007-2009. Det er uklart hvilke af de diskuterede forhold der har haft størst betydning for den ringe udnyttelse af efteruddannelsespuljen. Det er også undersøgt hvilken betydning deltagelse har haft for den enkelte lærer i den daglige undervisning.

Læreruddannelsen

En samlet evaluering af læreruddannelsen i 2003 konkluderede at den i store træk var velfungerende med hensyn til at uddanne lærere til grundskolen, at strukturen med tre-fire linjefagsvalg burde bevares for at sikre linjefagsdækningen i folkeskolen, men at den fagdidaktiske dimension burde styrkes med tydeligere reference til dansk og udenlandsk forskning (Danmarks Evalueringsinstitut, 2003). Denne evaluering fandt ikke et behov for en revision af linjefagsstrukturen, men derimod et behov for en kvalificering af fagdidaktikken i linjefagene. Problemet inden for læreruddannelsen var således ikke strukturelt, men indholdsmæssigt. Specifikt for naturfagene anbefalede Andersen et al. (2006) at de fire naturfag i læreruddannelsen forbedredes ved at indføre et fælles naturfagsdidaktisk modul for alle naturfagene.

Realiseringen af naturfagene i den nye læreruddannelse i 2007 kan ikke samlet set begrundes særlig tydeligt i anbefalingerne fra Danmarks Evalueringsinstitut (2003) og (Andersen et al., 2006). Med reformen af læreruddannelsen indførtes et naturfagligt fællesmodul på 36 ECTS-point som er obligatorisk for alle lærerstudierende der ønsker linjefagsuddannelse i natur/teknik eller fysik/kemi. For at studerende kan opnå linjefagsuddannelse i et af fagene, skal de yderligere gennemføre et specialiseringsmodul på 36 ECTS-point, hvilket betyder at et linjefagsforløb i natur/teknik eller fysik/kemi samlet er på 72 ECTS-point. Linjefagsuddannelsen i geografi og biologi svarer til 36 ECTS-point og forudsætter ikke at de studerende har deltaget i fællesmodulet, for at opnå linjefagsuddannelse. Dermed kræves der mindre linjefagsuddannelse i geografi og biologi end i fysik/kemi og natur/teknik.

Læreruddannelsesreformen baserede sig blandt andet på Globaliseringsrådets vision for en bedre folkeskole, hvori der blandt andet står:

“Læreruddannelsen skal tiltrække dygtige studerende. Men nogle seminarier optager mange studerende, der reelt ikke har kompetencer til at deltage på det forudsatte niveau. For at styrke fagligheden er der behov for at stramme op på de studerendes indgangsniveau i linjefagene.” (Globaliseringsrådet, 2005, s. 18)

Reformen af læreruddannelsen skærpede efterfølgende adgangs- og niveauekrav. Rektorer fra landets læreruddannelser udtrykte bekymring over at dette kunne føre til færre lærerstuderende (Ravn, 2006). Reformen af læreruddannelsen medførte et fald i antal studerende i læreruddannelsens naturfag, hvilket fremgår af tabel 4. Den øverste række viser det gennemsnitlige antal lærerstuderende med et naturfagligt linjefag for årgang 2003-2006. De nederste rækker viser studerendes valg af naturfag for årgang 2007 og 2008 efter læreruddannelsesreformen. (M. Mommsen, Undervisningsministeriet, personlig kommunikation, oktober 2010).

Tabel 4. Antal lærerstuderende som har valgt et naturfagligt linjefag i læreruddannelsen.

| Valg af naturfag | Natur/teknik | Fysik/kemi | Biologi | Geografi |
|--|--------------|------------|---------|----------|
| Gammel læreruddannelse (gennemsnit 03-06). | 348 | 196 | 235 | 250 |
| Ny læreruddannelse (årgang 07) | 104 | 114 | 135 | 69 |
| Ny læreruddannelse (årgang 08) | 77 | 179 | 234 | 167 |

Det er ikke intentionen at diskutere årsagerne til den vigende rekruttering til naturfagene her, men den kan formodentlig begrundes i flere problematikker der knytter sig til linjefagsstrukturen i den nye læreruddannelse (Krabbe Sillasen & Kronvald, 2007). Vi undlader også at redegøre for de forskellige tiltag læreruddannelser rundt i landet praktiserer for at modvirke den vigende rekruttering til naturfagene (Lauritsen & Ainsinger, 2010). Disse tiltag har ikke medført en rekruttering til naturfagene svarende til niveauet før læreruddannelsesreformen. Konsekvensen af den vigende rekruttering til læreruddannelsens naturfag er blevet en forringelse af læreruddannelsernes muligheder for at uddanne naturfaglige linjefagsstuderende. Det skyldes at læreruddannelsernes økonomi er styret af et taxametersystem hvor ressourcer til aflønning af undervisere i naturfagene hænger direkte sammen med rekrutteringen til selvsamme linjefag. Denne negative feedback kan i sidste ende betyde at der ikke er beskæftigelse til undervisere i naturfagene ved læreruddannelserne hvis den lave rekruttering fortsætter (Pontoppidan, 2007). Rekrutteringsproblematikken i læreruddannelsen kan isoleret set få negative konsekvenser for folkeskolelæreres kompetencer i naturfagene på længere sigt. Hvis der ikke løbende uddannes et antal lærere med naturfaglige kompetencer der svarer til det antal pensionsmodne lærere med naturfaglige kompetencer der forlader folkeskolen, vil den samlede kompetence

i naturfagene formindskes, hvilket kan medføre at linjefagsdækningen i naturfagene i skolen vil forværres (Danmarks Lærerforening, 2007).

Det politiske flertals reform af læreruddannelsens naturfag i 2007 tog afsæt i en intention om at styrke nye naturfagslæreres kompetencer ved både at øge læreruddannelsens adgangskrav og udvide linjefagene i natur/teknik og fysik/kemi. Denne løsning på læreruddannelsens indholdsmæssige problem kan ikke genfindes i de anbefalinger som var formuleret i udredninger og evalueringer (Norrild, 2007). Derfor fremstår den kvalitative forbedring ved naturfagernes nye struktur og placering i læreruddannelsen uklar. Aktuelt vil den lavere rekruttering til læreruddannelsens naturfag føre til en reduktion i læreruddannelsens kapacitet til at uddanne naturfagslærere til folkeskolen. Dette betyder udtyndede naturfaglige miljøer på læreruddannelserne med ringere mulighed for kollegial sparring. De forskellige lokale læreruddannelser har ikke generelt løst problemet med at få uddannet tilstrækkelig mange naturfagslærere. Udpininger af læreruddannelsesstedernes økonomi og underviserkompetencer betyder ikke direkte noget for den enkelte naturfagslærers hverdag i folkeskolen. Derfor kan vores valgte analytiske fokus på læreres mulighed for at engagere sig i reforminitiativer ikke umiddelbart bringes i anvendelse. Men det faldende antal nyuddannede naturfagslærere udpiner folkeskolens samlede lærerkompetence inden for naturfag – hvilket på sigt negativt kan påvirke lærerkorpsets muligheder for kompetent at løse opgaven med at undervise i naturfag. Læreres fagdidaktiske kompetencer er ifølge Nordenbo et al. (2008) afgørende for børns læring.

Konklusion

I artiklen har vi analyseret tre uddannelsespolitiske reforminitiativer i folkeskolens og læreruddannelsens naturfag: naturfagernes målsætninger, lærernes efter- og videreuddannelse og læreruddannelsen i naturfag. Reforminitiativerne afspejler på forskellig vis hvordan det politiske system ønsker at fremme kvaliteten af naturfagsundervisningen i folkeskolen. Dette er sket gennem såvel strammere styring af fagernes indhold (Fælles Mål) som kortsigtet (efteruddannelse) og langsigtet (grunduddannelse) kompetenceudvikling af lærere. Fælles for de tre initiativer vi har analyseret, er at de alle er centralt initierede reformer, men de afspejler forskellige grader af lokal forankring og samspil mellem aktører og ressourcer.

I forhold til naturfagernes målsætninger kan det konkluderes at intentionen bag de detaljerede statsligt formulerede målsætninger om at øge ansvarliggørelsen af lærerne opleves af dem som et tab af professionelt råderum. Med de hyppige revisioner er lærernes muligheder for lokalt at fortolke fagernes formål og udnytte deres professionelle kompetencer blevet indskrænket. Dette reforminitiativ griber således

direkte ind i kvaliteten af lærerens arbejdsliv. I fremtiden kan den større præcisering af Fælles Mål II blive en succes hvis der skabes "rum" til at lærerne kan fortolke målsætningerne i forhold til deres egen, kollegers og skolens samlede praksis i naturfagene. Derigennem vil lærerne have muligheder for at påtage sig ansvar for den lokale naturfagsundervisning.

I relation til lærernes efter- og videreuddannelse er støttemulighederne formidlet gennem kommunale skoleforvaltninger. Dette reforminitiativ har haft meget forskellig betydning for den enkelte lærer afhængigt af om vedkommende selv fik mulighed for at deltage i nogle af efteruddannelsesstilbuddene eller ej. De deltagende lærere fik formel kompetenceudvikling gennem støtteordningen, hvorimod kommunerne generelt set ikke udnyttede det bevilgede tilskud. Det er p.t. uundersøgt hvordan lærernes nye kompetencer har påvirket deres samarbejde, deres strukturering af deres arbejde og deres interaktion med ledelsen. Staten havde færre udgifter til ordningen, men fik ikke indfriet sin målsætning om et bredt nationalt løft pga. den ringe udnyttelse af de afsatte midler. Eventuelle tilsvarende initiativer vil fremover have bedre muligheder for at lykkes hvis der gives større frihed for lokal tilretning af de afsatte midler.

Med hensyn til læreruddannelse i naturfag har den nye struktur givet færre lærerstuderende, hvilket vanskeliggør indfrielse af den politiske intention om en bred faglig styrkelse af naturfagene i læreruddannelse og folkeskole. Det har både kortsigtede og langsigtede konsekvenser. På kort sigt vil det udhule både læreruddannelsens økonomiske grundlag og underviserkompetencerne i læreruddannelsen. På længere sigt vil det udpine lærerkompetencerne i folkeskolen inden for naturfag. For at fremtidige reformer af læreruddannelsen vil kunne lykkes med at styrke naturfagene, er det vigtigt at de centralt styrede ændringer baserer sig på faktiske analyser af de lokale problemer i læreruddannelsen.

Sammenfattende peger vores analyse af de tre initiativer på at implementeringen er sket med klar central styring og ringe opmærksomhed og tålmodighed over for lokal forankring i folkeskole og læreruddannelse hvor de uddannelsespolitiske initiativer skal implementeres. Denne ubalance mellem aktørernes roller og ressourcer forringer kvaliteten af reformerne, idet de anvendte ressourcer ikke udnyttes optimalt i forhold til at forbedre naturfagsundervisningen i Danmark.

Referencer

- Andersen, N.O., Busch H., Horst S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Andersen, N.O. et al. (2006). *Fremtidens naturfag i folkeskolen: Rapport fra udvalget til forbedring af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen*. København: [Undervisningsministeriet].

-
- Andersen, N.O. et al. (2008). *Et fælles løft – rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for natur, teknik og sundhed*. Undervisningsministeriet.
- Appel, N.-H.B. & Daugbjerg, P.S. (2010). Naturfagsdidaktisk videreuddannelse af folkeskolelærere – til gavn for hvem?. I: S. Elmose, *Naturfagsdidaktik i anvendelse*. Aarhus: VIA System.
- Arbejdsgruppen for Fysik og Kemi (2002). *Fysik og kemi: Naturvidenskab-for-alle: Folkeskolen, gymnasiet, tertiære uddannelser*. København: Videnskabsministeriet.
- Beach, D. (2008). The changing relations between education professionals, the state and citizen consumers in europe: Rethinking restructuring as capitalisation. *European Educational Research Journal*, 7(2), 195-207.
- Dahler-Larsen, P. (2008). *Kvalitetens beskaffenhed* (1. udgave). Odense: Syddansk Universitetsforlag.
- Danmarks Evalueringsinstitut, PLS Rambøll Management & Dansk Markedsanalyse. (2001). *Fysik i skolen – skolen i fysik: Evaluering af fysik i det almene gymnasium: Bilag: PLS-rapporter om spørgeskemaundersøgelser af 1.-2. g og 3. g. elever: DMA-rapport om interviewundersøgelse med studerende og undervisere ved en række videregående aftagerinstitutioner*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2003). *Læreruddannelsen*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.
- Danmarks Lærerforening. (2007). *Naturfag – en udfordring for alle*. København: Danmarks Lærerforening.
- Dansk Naturvidenskabsformidling. (2010). *Science-kommuner*. København: Dansk Naturvidenskabsformidling. Lokaliseret den 28. september 2010 på: www.formidling.dk/sw7986.asp.
- Darling-Hammond, L. (2005). Policy and Change: Getting Beyond Bureaucracy. I: A. Hargreaves (red.), *Extending educational change* (s. 362-387). Netherlands: Springer.
- Dolin, J. (2005). Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA*, 2005(1), s. 7-23.
- Fullan, M. (2007). *The New Meaning of Educational Change*. New York: Teachers College Press.
- Globaliseringsrådet. (2005). *Verdens bedste folkeskole*. København: Globaliseringsrådet.
- Hargreaves, A. & Fink, D. (2006). *Sustainable Leadership*. San Francisco, Californien: Jossey-Bass.
- Hermann, S. (2007). *Magt & oplysning: Folkeskolen 1950-2006*. København: Unge Pædagoger.
- House, E. R., & Mcquillan, P. J. (2005). Three perspectives on school reform. I: A. Liebermann (red.), *The Roots of Educational Change* (pp. 186-201). Netherlands: Springer.
- Krabbe Sillasen, M. & Kronvald, O. (2007). Det gik så galt som frygtet! *MONA*, 2007(4), s. 69-72.
- KL, Finansministeriet & Undervisningsministeriet. (2006). *Rapport fra arbejdsgruppen om efteruddannelse af lærere og skoleledere*. København: Undervisningsministeriet.
- Larsen T. (2003). *Anders Fogh Rasmussen – i godtvejr og storm*. København: Gyldendal.
- Lauritsen, H. & Ainsinger, P. (2010). Hver studerende sin læreruddannelse. *Undervisere, september 2010*, s. 12-15.
- Lehmann, C. (2010, 6. januar). Skoleeftersyn sker i blinde. *Information*, s. 4-5.

-
- Lieberman, A. & Mace, D.P. (2010). Making Practice Public: Teacher Learning in the 21st Century. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), s. 89-99.
- Mehlbye, J. (2001). *Folkeskolen år 2000: evaluering af 8-punkts-programmet*. København: AKF Forlaget.
- Mehlbye, J. & Ringsmose, C. (2004). *Elementer i god skolepraksis*. København: AKF Forlaget.
- Müller, J, Hernández, F., Sancho, J., Creus, A., Muntadas, M., Larrain, V., et al. (2011). European schoolteachers work and life under restructuring: Professional experiences, knowledge and expertise in changing context. I Goodson & Lindblad: *Professional Knowledge and Educational Restructuring in Europe*, 65-80, Rotterdam: Sense Publisher
- Moos, L, Fibæk Laursen, P., Olesen, H. S. & Weber, K., (2005). *Professionalisering: En grundbog* (1. udgave ed.). Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.
- Nordenbo, S.E. et al. (2008). *Lærerkompetencer og elevers læring i førskole og skole*. København: Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning.
- Norrild, P. (2007). Naturfagene i den nye læreruddannelse. *MONA 2007(2)*, s. 7-19.
- OECD. (2005). *Teachers Matter: Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers*. Paris: OECD Publishing.
- Pontoppidan B. (2007). Hvem har lyst til at være naturfagslærer? *MONA 2007(3)*, s. 92-95.
- Ravn, K. (2006). Seminarierne frygter, adgangskrav skræmmer studerende væk. København: Folkeskolen. Lokaliseret den 9. november 2010 på: www.folkeskolen.dk/ObjectShow.aspx?ObjectId=42741.
- Regeringen. (2002). *Bedre Uddannelser*. København: Regeringen.
- Regeringen. (2006). *Fremgang, fornyelse og tryghed: Strategi for Danmark i den globale økonomi*. København: Regeringen.
- Robertson, S.L. (2000). *A Class Act: Changing Teachers' Work, Globalisation and the State*. New York: Falmer Press.
- Udeskole.dk. (2010). www.udeskole.dk. Lokaliseret den 24. juni 2010.
- Undervisningsministeriet. (2007a). *Styrkelse af folkeskolen*. København: Undervisningsministeriet (pjece, 12 s.).
- Undervisningsministeriet. (2007b). *Status på pulje til efteruddannelse af lærere og skoleledere i folkeskolen*. København: Undervisningsministeriet. Lokaliseret den 9. november 2010 på: www.uvm.dk/Uddannelse/Folkeskolen/Om%20folkeskolen/Nyheder/Folkeskolen/Udd/Folke/2008/Jan/080125%20Flere%20lærere%20i%20folkeskolen%20efteruddanner%20sig.aspx.
- Undervisningsministeriet. (2008). *Faktaark*. København: Undervisningsministeriet. Lokaliseret den 9. november 2010 på: www.uvm.dk/~media/Files/Aktuelt/PDF08/080219_faktaark-pdf.ashx.

9. Sociale naturfaglige praksisser i et sammenvævet meso- og mikroperspektiv

I dette kapitel undersøger jeg fire forskellige forhold vedrørende netværk af sociale naturfaglige praksisser:

- fremmende og hæmmende faktorer for implementering af både fokuserede innovative forandringer og fokuserede kapacitetsudviklende faktorer i skoler og kommuner i NaTeKu-udviklingsprojektet
- betydningen af fagteam og kommunale naturfaglige netværk i netværk af sociale naturfaglige praksisser
- rekulturering af natur/teknik-læreres sociale naturfaglige praksisser i skolen og i kommunale netværk
- de kommunale konsulenters rolle og deltagelse i stilladsring af forandringsprocesser omkring natur/teknik-læreres sociale naturfaglige praksisser.

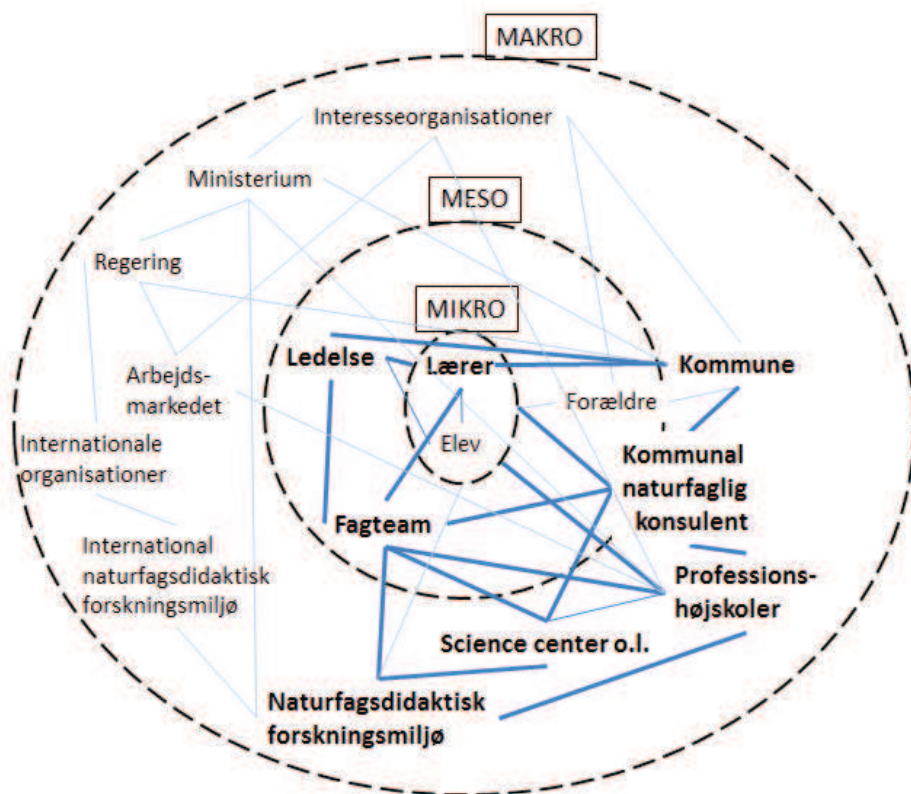
Artiklerne anvender et sociokulturelt perspektiv på læring og samarbejde til at belyse samspillet mellem individuelle og kollektive arbejdsprocesser for natur/teknik-lærere, kommunale naturfaglige konsulenter og andre aktører i netværket, som er forholdsvis tætte på praksisniveauet i skolen.

I figur 9 har jeg fremhævet de aktører og de relationer mellem aktørerne i netværket af sociale naturfaglige praksisser, som primært er i fokus i dette kapitel.

Et sociokulturelt læringsperspektiv

I et sociokulturelt læringsperspektiv er der tre samvirkende fænomener: 1) Udvikling og brug af intellektuelle redskaber, 2) udvikling og brug af fysiske redskaber samt 3) kommunikation og de forskellige måder, hvorpå mennesket har udviklet forskellige former for samarbejder i kollektive virksomheder. Ved sociokulturel læring ser man på sammenhængen mellem individet, individets handlinger i kollektive virksomheder, og de artefakter, der bruges i forskellige kommunikative processer, der finder sted mellem mennesker (Säljö, 2003; Tobin & Roth, 2007). Analyseenheden i mine undersøgelser er forskellige former for aktiviteter, som lærerne, de kommunale naturfaglige konsulenter og andre aktører deltager i både i skolen og i netværk mellem skoler. Det sociokulturelle perspektiv giver mig et værktøj til at beskrive, hvordan kommunikation, artefakter, sprog og udvikling af forskellige former for kollektiv virksomhed etc. er elementer i de handlinger, der er med til at skabe rammer for natur/teknik-lærernes og de kommunale konsulenters deltagelse i sociale naturfaglige praksisser på skolen og i det kommunale netværk.

Figur 9: Aktører og relationer i netværket af sociale naturfaglige praksisser, som er i fokus i dette kapitel



I artiklerne indgår tre nøglebegreber: *naturfaglig kultur*, *professionelle lærende fællesskaber* og *professionel identitet som diskursiv praksis*. Disse nøglebegreber anvendes til at belyse, hvordan forskellige sociale naturfaglige praksisser og relationer mellem praksisser i netværker bidrager til læreres professionelle udvikling. Nedenfor positioneres min forståelse af *professionelle lærende fællesskaber* og *professionel identitet som diskursiv praksis*. Begrebet *naturfaglig kultur* er udfoldet i artikel 1.

Et professionelt lærende fællesskab

Et professionelt lærende fællesskab (Engelsk: Professional Learning Community) anvendes som et analytisk værktøj til at undersøge natur/teknik-læreres og kommunale naturfaglige konsulenters deltagelse i henholdsvis sociale naturfaglige praksisser i skolen og i kommunale netværk. Begrebet opstår i den anglo-amerikanske uddannelsesdiskurs i løbet i 90'erne som et spin-off af diskursen om situeret læring og læring i sociokulturelle kontekster. Vescio et al. lavede et review, som bygger på 11 undersøgelser af effekten af professionelle lærende fællesskaber på læreres undervisningspraksis og elevers læringsudbytte (Vescio, Ross, & Adams, 2008). Reviewet viste to vigtige pointer: For det første, at elever opnår en højere læringseffekt i skoler, der organiserer lærernes arbejde som professionelle lærende fællesskaber. For det andet, at organiseringen af læreres arbejde i professionelle lærende fællesskaber bidrog signifikant til at ændre kulturen blandt lærere. De elementer, som karakteriserer effektive professionelle lærende fællesskaber, er fokus på elevernes læring, udvikling af læreres samarbejde, udvikling af læreres handlekompetence i skolens organisation, kontinuerlig læring og videndeling i fællesskabet samt en engageret ledelse, som er med til at sætte rammerne.

Professionelle lærende fællesskaber anses i forskningslitteraturen om uddannelsesreformer for at være en lovende måde at anskue kapacitetsudvikling af skoler og lærere (Bolam et al., 2005). Der findes statistisk evidens for, at en organisering af læreres samarbejde i skoler efter principperne for professionelle lærende fællesskaber bidrager til større læringseffekt for elever (Lee & Smith, 1996; Lee, Smith, & Croninger, 1997; McLaughlin & Talbert, 2006; Mehlbye & Ringsmose, 2004). En mere detaljeret redegørelse for den statistiske evidens findes i artikel 5, "Exploring the effects of developing collaboration in a primary science community". Der findes også statistisk evidens for, at lærernetværk organiseret efter principperne for professionelle lærende fællesskaber har en positiv effekt på elevernes udbytte af undervisningen. I England har der siden omkring 2000 været et storskala FoU-program omkring udvikling, organisering og vedligeholdelse af lærernetværk. Programmet inkluderer også evaluering af effekten af mere end 1000 lærernetværk. Jackson og Temperley refererer til statistisk evidens, som påviser, at læringseffekten er større for elever i skoler, hvor lærerne deltager i lærernetværk i forhold til skoler, hvor lærerne ikke deltager i lærernetværk (Jackson & Temperley, 2007).

Professionel identitet

Der findes forskellige måder at definere professionel identitet på. Beijaard, Meijer og Verloop fandt i et systematisk review om læreres forståelse af professionel identitet frem til, at der ofte manglede en definition af identitet, og at der var en uklar skelnen mellem henholdsvis professionel og personlig identitet (Beijaard, Meijer, & Verloop, 2004). Deres review viste, at der er fire egenskaber ved professionel identitet, som er fælles for de artikler, som de undersøgte: 1)

Identitetsudvikling er en konstant udviklende proces. Den er dynamisk fremfor stabil, og den involverer både en person og en kontekst. 2) I en kontekst lærer lærere professionelle karakteristika, som adopteres af den enkelte lærer på unikke måder. 3) I en lærers professionelle identitet er der subidentiteter, som er mere eller mindre centrale i forhold til den overordnede identitet. Disse subidentiteter må balanceres i forhold til den overordnede identitet for ikke at skabe intern konflikt. 4) Professionel identitet omfatter læreres bevidste engagement (agency) i professionel udvikling og læring. Når en lærer bliver mere bevidst om sin identitet i sin undervisningspraksis, kan vedkommende udvikle et større engagement, en følelse af kontrol til at ændre praksis til at nå mål eller ligefrem til at ændre undervisningens kontekst. Læreren bevidste engagement i forskellige undervisningsmæssige kontekster kan bidrage til at vedligeholde eller forme de forskellige subidentiteter, som i forskellig grad bidrager til læreren professionelle identitet (Beauchamp & Thomas, 2009). Day et al. arbejder med en tydelig deling af en lærers identitet: En personlig identitet – det, som man i psykologien kalder for selvet – og en professionel identitet. Selvet er en stabil del af identiteten, hvorimod den professionelle identitet løbende er under påvirkning af de professionelle kontekster, som en lærer indgår i (Day, Kington, Stobart, & Sammons, 2006). Den professionelle identitet indeholder holdninger, værdier og praksisformer, som personen over tid internaliserer og gør til en del af den personlige identitet. Identiteten omfatter ifølge denne forståelse ikke kun en personlig dimension af selvet, men også en række andre professionelle dimensioner, som med tiden mere eller mindre kan internaliseres i den personlige dimension.

Professionel identitetsudvikling kan således opfattes som en udvikling af et individs professionelle identitet i forhold til en kontekst, som fx et klasserum, en skole, et fagteam eller forandringsaktiviteter. Ved at placere læreres professionelle identitetsdannelse i praksiskontekster åbner man for muligheden for at undersøge, hvilken effekt disse kontekster har på forandringer i en lærers identitet (Beauchamp & Thomas, 2009). Jeg har i denne afhandling valgt at bruge Sfard og Prusaks diskursive syn på identitet til at karakterisere to nyuddannede natur/teknik-læreres udvikling af deres professionelle identitet. I Sfards og Prusaks definition af diskursiv identitet, konstrueres identiteten ud fra en persons identitetsfortællinger. Identitet defineret som identitetsfortællinger i en diskursiv praksis bygger på forestillingen om, at identitetsudviklingen formes af de fortællinger, der opstår i interageringen med andre aktører i den aktuelle kontekst (Sfard & Prusak, 2005). Sfard og Prusaks diskursive identitetsbegreb karakteriseres mere uddybende i Artikel 6.

Fokus på det kommunale niveau

Artikel 3 og 4 fokuserer primært på sociale naturfaglige praksisser, der relaterer til det kommunale niveau.

Artikel 3, ”Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik”, præsenterer en analyse af baseline data fra den lokale naturfaglige kultur i de deltagende skoler i NaTeKu-projektet. Det er resultaterne fra NaTeKu-undersøgelsen 2008. Data er undersøgt med både frekvens-, faktor- og korrelationsanalyse. Åbne, holdningsorienterede svarkategorier er kodet i positive, neutrale og negative svarkategorier med henblik på at få uddybende svar fra lærerne på fremmende og hæmmende faktorer for udvikling af en lokal naturfaglig kultur på deres skole. Begrebet lokal naturfaglig kultur defineres i artiklen, og det anvendes til at karakterisere og vurdere de elementer i lærernes praksis, der har betydning for at udvikle fagteamet som et lærende fælleskab.

Artikel 4, ”Municipal consultants’ participation in building networks to support science teachers’ work”, anvender et eksplorativt design inspireret af Charmaz (2007), Maaløe (1996) og Kvale (2004) til at undersøge de kommunale konsulenters rolle og deltagelse i de kommunale netværk for natur/teknik-lærere. Artiklens hovedantagelse er, at uddannelsesforskning om skolereformer fokuserer på lærere som individer. Men at forskningen har en tendens til at glemme, at skolereformer er systemiske aktiviteter, hvor mange aktører - blandt andet de kommunale naturfaglige konsulenter - mødes for at skabe bedre vilkår for læring. Kommunale netværk med lærere fra flere skoler kan ifølge Lieberman karakteriseres som en særlig form for professionelt lærende fællesskab (Lieberman, 2000).

Fokus på natur/teknik-læreres samarbejde i fagteams

Artikel 5 og 6 er to casestudier af natur/teknik-læreres samarbejde i fagteams på skoler, som deltog i NaTeKu. Artiklerne relaterer primært til fagteam-niveaue i netværket.

Artikel 5, ”Exploring the effects of developing collaboration in a primary science teacher community” fokuserer på såvel fremmende som hæmmende faktorer for at facilitere bæredygtige forandringer i natur/teknik-lærernes samarbejde på en landsbyskole (caseskole nr. 2, se figur 6, side 52). Da natur/teknik-lærerne var en del af skolens samlede naturfagsteam, var det naturligt at vælge denne skole som analyseenhed. Resultaterne i denne artikel viser, at forandringen af et fagteam kan faciliteres af en organiseret intervention som NaTeKu-projektet. Det er et eksempel på en top-down-støttet bottom-up-udvikling (Darling-Hammond, 2005). Denne form for udvikling er skitseret som en effektiv reformstrategi i en anden artikel i denne afhandling (Sillasen et al., 2010).

Artikel 6, ”Udvikling af naturfagslæreres professionelle identitet i lærende fælleskaber” undersøger relationen mellem den kollektive udvikling i et fagteam og læreres individuelle professionelle identitetsudvikling. Her præsenteres en case med to relativt nyuddannede læreres (Ingrid og Henrik) muligheder for professionel udvikling på en stor byskole. Analyseenheden er relationen mellem kollektive aktiviteter i naturfagsteamet og lærernes professionelle identitetsudvikling som natur/teknik-lærere. I casen anvendes en diskursiv definition af identitet til at karakterisere lærernes individuelle udvikling som natur/teknik-lærere. Analysen af Ingrid og Henriks identitetsudvikling tager udgangspunkt i samspillet mellem deres individuelle identitetsfortællinger og fagteamets kollektive fortælling. Fortællingerne er konstrueret ud fra de empiriske data præsenteret i kapitel 6. Identitetsfortællingerne viser, hvordan Ingrid og Henrik oplever forskellige muligheder og barrierer for at udvikle deres professionelle identitet som natur/teknik-lærere, på trods af at de deltager i de samme udviklingsaktiviteter i NaTeKu-projektet. Det leder frem til en række pointer om, hvordan udviklingsaktiviteter og fagteamsamarbejde kan bidrage til nye natur/teknik-læreres professionelle identitetsudvikling.

Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik

Artiklen er scannet og indsat i denne afhandling med Tidsskiftet MONA's layout for at bevare den opsætning af figurer, tabeller og tekstbokse, som artiklen er publiceret med. Referencer i artiklen findes i referencelisten i slutningen af artiklen. Figurer og tabeller er nummereret, så de fremstår med numre, der ikke følger den øvrige afhandlings figurnummerering. Henvisninger i brødteksten i artiklen refererer kun til figurer og tabeller i artiklen.

Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik



Martin Krabbe Sillasen,
Læreruddannelsen, VIA
University College



Paola Valero, Institut
for Uddannelse, Læring
og Filosofi, Aalborg
Universitet



Søren Chr. Sørensen,
Naturvidenskabernes
Hus, Bjerringbro

Abstract. Udvalgte resultater fra en empirisk undersøgelse af natur/teknik-læreres karakterisering af og holdning til forskellige samarbejdsrelationer og faktorer der kan støtte udviklingen af lokale naturfaglige kulturer på deres skole, præsenteres og diskuteres. Begrebet naturfaglig kultur i relation til natur/teknik diskuteres med den hensigt at pege på at spørgeskemaundersøgelsen giver vigtige oplysninger om lærernes opfattelse af deres egen praksis og de elementer som har betydning for at ændre lokale naturfaglige kulturer. Resultaterne viser bl.a. at natur/teknik-lærerne oftest samarbejder tæt på egen praksis med kolleger om deres natur/teknik-undervisning, at disse kolleger ikke nødvendigvis er natur/teknik-lærere, men at de opfatter samarbejdet med andre natur/teknik-lærere som vigtigst for deres undervisning.

Indledning

Kvaliteten af folkeskolens naturfaglige undervisning har været til debat gennem de seneste år og er det stadig. Politisk har debatten medført at en række ekspertudvalg gennem de senere år er kommet med anbefalinger om at lokale naturfaglige kulturer i folkeskolen skal styrkes (Andersen, 2006; Andersen, 2008). Begrundelsen for at styrke den naturfaglige kultur er bl.a. at den typisk er karakteriseret ved

at naturfagslærernes faglige samarbejde og faglige samtaler helt overvejende begrænser sig til praktiske spørgsmål, typisk forvaltning af faglokaler, vedligeholdelse af samlinger og indkøb af materialer og undervisningsmidler. På de fleste skoler er disse ting i nogen-

lunde faste rammer, uden at samarbejdet mellem naturfaglærerne når meget videre. Med andre ord en kultur præget af faglig ensomhed for den enkelte og mangel på kollegial sparring i form af inspiration og vidensdeling. (Andersen, 2006)

En stærk lokal naturfaglig kultur på den enkelte skole der fremmer bedre undervisning og dermed bedre læring, er derimod karakteriseret ved en løbende udvikling af samarbejdet og udveksling af fagopfattelser, værdier, normer og praksisformer i arbejdet med at realisere naturfaglig undervisning i forhold til skolens samlede opgave og målsætning (Andersen, 2006).

Det er en grundantagelse i diskursen om udviklingen af lokale naturfaglige kulturer at den bør omfatte alle skolens naturfag. Udvikling af en lokal naturfaglig kultur signalerer at god undervisning og god læring ikke kun er et spørgsmål om individuelle præstationer, men også er resultatet af et samspil mellem forskellige aktører relateret til naturfagsundervisning og -læring i praksis. Dette syn finder støtte både i international og national forskning om skoleforandring generelt (Darling-Hammond, 1998; Hargreaves, 2000; McLaughlin & Talbert, 2006) og for naturfags- og matematikundervisningen specielt (Kazemi, 2007; Sølberg, 2007; Valero & Jess, 2000).

I Danmark har erfaringer fra et stort udviklingsarbejde i Kalundborg og omegn¹ bidraget med viden om hvordan den lokale naturfaglige kultur kan udvikles i overbygningen (Sølberg, 2006). Men der mangler viden om hvordan en lokal naturfaglig kultur kan udvikles blandt natur/teknik-lærerne på en skole og i deres relationer til øvrige aktører i skolen. Denne artikel bidrager med viden om natur/teknik-læreres karakterisering af og holdning til forskellige aspekter af naturfaglige kulturer. Artiklen baseres på resultater fra en spørgeskemaundersøgelse som er en devaluering af udviklingsprojektet "Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen".

Udviklingsprojektet "Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen"

Projektet etableredes af Naturvidenskabernes Hus i Bjerringbro i 2007 i samarbejde med Herning, Randers, Silkeborg og Viborg Kommune med den hensigt at udvikle den naturfaglige kultur omkring natur/teknik på de deltagende skoler.

I alt deltog 81 lærere med deres klasser fra 20 skoler i projektet. Aktiviteterne fokuserer på at styrke progressionen i natur/teknik, at skabe gode rammer samt at udvikle modeller for vidensdeling om undervisningspraksis på skolen, i kommunerne samt i skole til skole-netværk.

I tilknytning til udviklingsprojektet deltager Aalborg Universitet med gennemførelse af et evaluerings- og forskningsprojekt som har til formål at afdække udviklingsprojektets potentiale til at styrke den naturfaglige kultur omkring natur/teknik.

Vi starter artiklen med en redegørelse og diskussion af begrebet naturfaglig kultur i relation til natur/teknik. Derefter præsenteres spørgeskemaundersøgelsens design. Efterfølgende præsenteres og diskuteres relevante resultater fra spørgeskemaundersøgelsen med henblik på at afdække natur/teknik-lærernes opfattelse af deres egen praksis. Herefter følger en sammenfatning af artiklens hovedpointer og diskussion af hvordan undersøgelsen bidrager med information der kan være med til at fremme udviklingen af den naturfaglige kultur omkring natur/teknik på skolerne i projektet.

Skolens naturfaglige kultur med natur/teknik i fokus

Den naturfaglige kultur omkring natur/teknik har været genstandsfelt for naturfagsdidaktisk forskning og udvikling i Danmark siden midten af 90'erne hvor Danmarks Pædagogiske Universitet lavede en landsdækkende undersøgelse (LUNT-undersøgelsen) af vilkårene for natur/teknik, som på dette tidspunkt var et nyt fag i folkeskolen (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997). LUNT-undersøgelsen karakteriserede den naturfaglige kultur ved at den kunne medvirke til at udvikle og styrke undervisningen i natur/teknik, sætte fokus på målsætning og evaluering af elevernes læring, udvikle progression og skabe kontinuitet mellem naturfagene, styrke lærersamarbejde ved udvikling af naturfagsteam, støtte faglig og pædagogisk opkvalificering af lærerne og udvikle en fagdidaktik for natur/teknik.

Denne karakterisering præciserer ikke hvad den naturfaglige kultur er i sig selv, men kun hvordan den virker ind i forskellige aspekter af skolens naturfagspraksis. Dragsted bidrog med en præcisering af den naturfaglige kultur som en fortløbende udveksling og udvikling af fagopfattelser, værdier, normer og praksisformer der udspringer af både individuelle bidrag og fælles initiativer (Dragsted, 1998). Dragsteds præcisering finder støtte bl.a. i Fullan og Hargreaves teorier om skolekulturer. Ifølge dem udvikles en kultur blandt lærere gennem meningsforhandling over tid. Herved udvikler lærerne sociale strukturer om delte sociale forståelser af hvad undervisning er (Hargreaves & Fullan, 1998; Hargreaves, 2000) – sociale strukturer der bygger på at fælles normer, værdier, forventninger og handlinger udvikles over tid, og medfører at kulturen blandt lærerne får et bestemt udtryk.

Senere fulgte undersøgelser om lærernes perspektiv på natur/teknik (Broch & Egelund, 2002), lærerressourcer og -kompetenceudvikling (KALK-undersøgelsen: Dragsted, Horn & Sørensen, 2003; Sørensen, Horn & Dragsted, 2005). I disse undersøgelser fandt man at der ikke var sket en væsentlig udvikling i en naturfaglig kultur omkring natur/teknik siden LUNT-undersøgelsen, og at der var et behov for at udvikle samarbejdsfora som fx fagteam hvor lærere kan diskutere og udveksle viden om deres undervisningspraksis. I en undersøgelse der fokuserede på natur/teknik-læreres selvværd, fandt man ud af at en støttende naturfaglig kultur kan give nye lærere mere selvtillid til at undervise i faget (Andersen & Sørensen, 2006).

Som resultat af sit forskningsarbejde med udvikling af naturfaglig kultur i skoler i Kalundborg Kommune introducerede Sølberg (2006) begrebet *lokal naturfaglig kultur*. Den defineres som de normer, værdier, forventninger og konventionelle handlinger som præger de aktører der beskæftiger sig med naturfagene på den enkelte skole. Aktørerne omfatter såvel undervisere i naturfagene som skoleledelsen, eleverne, forældrene, lokale virksomheder, sportsforeninger og andre ressourcer i lokalområdet. Med betoningen af det lokale islæt foreslår Sølberg at der kan være store variationer i den naturfaglige kultur på forskellige skoler som er afhængig af de lokale forhold der gør hver skole unik. Sølberg udvikler begrebet med udgangspunkt i tre analytiske dimensioner som kan bruges til at pege på potentialer og barrierer for udvikling af den lokale naturfaglige kultur på en skole. Disse tre dimensioner er skolens eksisterende naturfaglige praksis, sociale og organisatoriske forhold på skolen og de praktiske rammer på skolen.

Udviklingsprojektet "Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen" bygger på eksisterende forskningsresultater og viden om udvikling af lokale naturfaglige kulturer. Fra de undersøgelser vi har refereret til, tager vi udgangspunkt i to hovedpunkter. For det første er det vigtigt at tydeliggøre at en naturfaglig kultur ikke er en objektiv størrelse der har en objektiv eksistens. Den er en dynamisk størrelse som opstår af relationer og kollektive aktiviteter blandt de naturfaglige aktører på den enkelte skole (Sølberg, 2007). For det andet er det centrale i udviklingen af naturfaglig kultur samspillet mellem på den ene side individuelle læreres bidrag til at formulere fælles fagopfattelser, normer, værdier og praksisformer og på den anden side kollektive aktiviteter som den enkelte lærer kan spejle sine egne bidrag til den fælles kultur i. Det vil sige at individuelle aktører i deres agering over tid udvikler kulturen som også Dragsted, Fullan og Hargreaves argumenterer for. Samtidig påvirker den naturfaglige kultur den enkelte lærers agering og opfattelse af sin egen praksis. I dette perspektiv står den naturfaglige kultur og den enkelte lærers fagopfattelse i et dialektisk forhold til hinanden. Derfor har vi valgt at designe en spørgeskemaundersøgelse der indfanger de individuelle læreres synspunkter om de elementer der konstituerer de lokale naturfaglige kulturer omkring natur/teknik. Lærernes svar på spørgsmålene i undersøgelsen giver vigtige oplysninger om deres opfattelse af deres egen praksis og de elementer som har betydning for at ændre lokale naturfaglige kulturer (samarbejdsrelationer, undervisningsmaterialer og -lokaler, ekskursionsmuligheder, planlægning osv.).

Spørgeskemaundersøgelsens design

Formålet med spørgeskemaundersøgelsen (NaTeKu-undersøgelsen) var bl.a. at identificere generelle mønstre i natur/teknik-lærernes karakterisering af og holdning til en række faktorer og samarbejdsrelationer som har potentialet til at forme udviklingen af en lokal naturfaglig kultur omkring natur/teknik på det tidspunkt udviklingspro-

jektet startede. Den samlede analyse og diskussion af spørgeskemaundersøgelsen er publiceret i rapporten *NaTeKu-undersøgelsen* af Martin Krabbe Sillasen og Paola Valero (Sillasen & Valero, 2009). NaTeKu-undersøgelsen er en del af den samlede forløbsundersøgelse af udviklingsarbejdets effekt på udviklingen af lokale naturfaglige kulturer på de deltagende skoler.

Spørgeskemaet blev udformet² med udgangspunkt i udviklingsprojektets mål og succeskriterier. Det indeholder 144 spørgsmål opdelt i otte kategorier: 1) forventninger til udviklingsprojektet, 2) personlige kompetencer og uddannelse, 3) vurdering af lærer til lærer-samarbejde, 4) undervisningspraksis, 5) opfattelse af organisatoriske og økonomiske vilkår for faget, 6) vurdering af undervisningsfaciliteter, 7) opfattelse af kommunale ressourcer og 8) opfattelse af skole-hjem-samarbejde. Spørgsmålene kan i flere af kategorierne inddeles i to grupper: A) Hvordan opfatter lærerne deres egne vilkår? B) Hvordan burde vilkårene ideelt set være ud fra lærernes perspektiv?

Spørgsmålskategorierne er inspireret af forskellige kilder. Den første kategori tog afsæt i udviklingsprojektets målsætninger og var en undersøgelse af i hvilken grad lærernes forventninger til udviklingsprojektet harmonerede med projektets målsætninger. Den anden kategori var inspireret delvis af LUNT- og KALK-undersøgelserne som pegede på lærernes kompetencer og muligheder for kompetenceudvikling som komponenter i udviklingen af naturfaglig kultur (Andersen et al., 1997; Dragsted et al., 2003). Spørgsmål i kategorierne 3-8 henter inspiration i både LUNT- og KALK-undersøgelserne samt Sølbergs tre analytiske kategorier knyttet til den lokale naturfaglige kultur og udviklingsprojektets målsætninger. Lærernes opfattelse af samarbejdsrelationer, undervisningspraksis, organisatoriske og økonomiske vilkår, undervisningsfaciliteter, kommunale ressourcer og skole-hjem-samarbejdet bidrager til at den naturfaglige kultur får et bestemt udtryk.

Svarkategorierne til holdningsspørgsmål var formet efter principper for Likert-skala hvor lærerne uddyber graden af enighed i et givent udsagn. Oftest anvendes en 5- eller 7-punkts-skala hvor den midterste kategori er neutral. Hvilket er gjort i dette tilfælde. I andre spørgsmål var svarkategorierne baseret på lærernes vurdering af fx hyppigheder af bestemte aktiviteter.

Populationen i undersøgelsen er alle de lærere som deltager i udviklingsprojektet. Undersøgelsen er dækkende idet alle 81 lærere har haft mulighed for at besvare spørgeskemaet. Af 81 udsendte spørgeskemaer returneredes 63. 60 lærere (74,1%) har besvaret

2 En række personer har bidraget til at skærpe spørgsmålenes indhold og formuleringer: Jan Sølberg, Danmarks Pædagogiske Universitetskole, Aarhus Universitet, fortalte os om sine erfaringer med evalueringen af Science Team K-projektet i Kalundborg. Dette samarbejde var en første inspiration til spørgeskemaets udformning og spørgsmålsformuleringer. Derefter samarbejdede vi med Lars du Jardin Nielsen, faglig pædagogisk konsulent i udviklingsprojektet. Han bidrog til at tilpasse spørgeskemaet til udviklingsprojektets mål og succeskriterier. Desuden samarbejdede vi med lektor Peter Nielsen, Center for Arbejdsmarkedsforskning, Aalborg Universitet. Han bidrog til spørgeskemaets tekniske udformning samt spørgsmålenes syntaks og analysen. Vi takker dem for at stille deres ekspertise til rådighed.

alle eller næsten alle spørgsmålene. 3 lærere (3,7%) har kun afleveret et delvis besvaret spørgeskema. I den videre analyse er alle indsendte besvarelser medtaget. Det giver en samlet svarprocent på 77,8%. Antallet af besvarelser overstiger 60%, hvilket er en betingelse for at resultaterne af undersøgelsen kan siges at være brugbare. Lærernes besvarelser er blevet undersøgt ved hjælp af frekvens-, korrelations- og faktoranalyse i programmet SPSS.

Lærernes svar analyseres for populationen som helhed, hvilket er de resultater der præsenteres i denne artikel. Men det har også været muligt at analysere svarene på kommunalt niveau eller på skoleniveau. Vores valg begrundes i den mangel på opdaterede informationer om natur/teknik-lærernes syn på deres praksis og de elementer der kan påvirke udvikling af en naturfaglig kultur.

Hvad kan fremme den naturfaglige kultur?

I dette afsnit præsenteres og diskuteres hovedpointer og konklusioner fra spørgeskemaundersøgelsen der vedrører mulighederne for at fremme en naturfaglig kultur på skolerne som deltager i udviklingsprojektet.

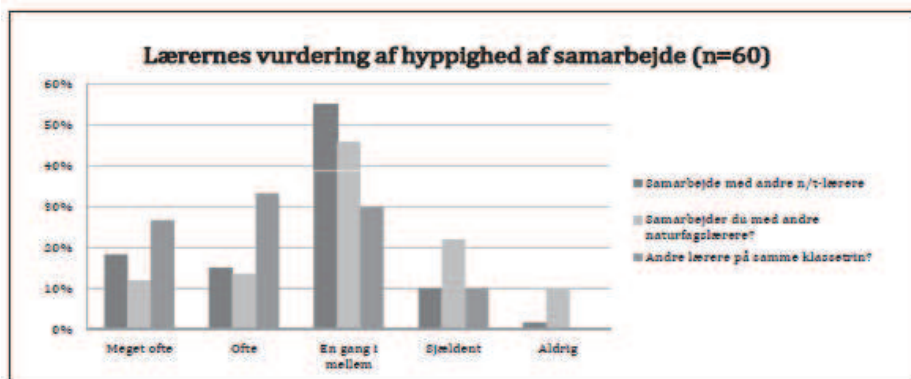
I diskussionen inddrages kvalitative undersøgelser som er lavet på tre skoler i udviklingsprojektet (Sillasen, under udgivelse). Foreløbige resultater fra de kvalitative undersøgelser bruges til at uddybe konklusionerne i den kvantitative undersøgelse. De tre skoler i den kvalitative undersøgelse er valgt ud fra kriterier om geografisk spredning, natur/teknik-lærernes uddannelsesniveau og om lærerne i den kvantitative undersøgelse svarede at der var gode muligheder for at udvikle samarbejdsrelationer på deres skole.

Samarbejde om undervisningen

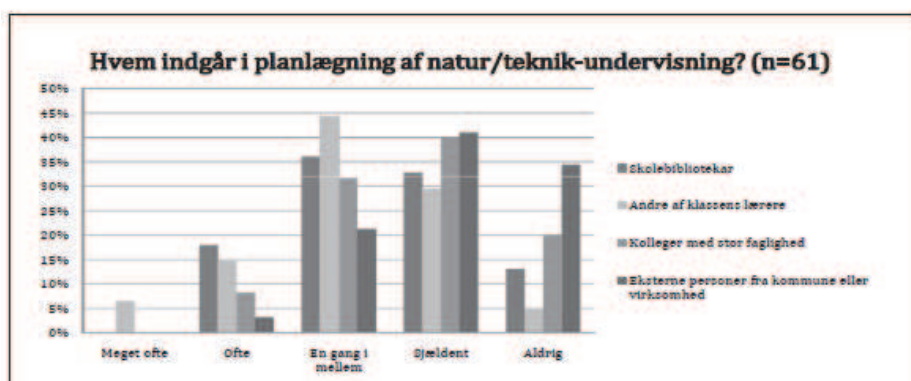
Natur/teknik-lærerne blev spurgt om hvem de samarbejdede med om deres undervisning. Af figur 1 fremgår det at natur/teknik-lærerne oftest samarbejder med andre lærere tæt på klassen eller andre natur/teknik-lærere.

På spørgsmål om hvem der bidrager til planlægning af undervisningen (figur 2), svarer natur/teknik-lærerne at skolebibliotekaren og andre af klassens lærere er dem der oftest bidrager. Dette resultat finder støtte i KALK-undersøgelsen (Dragsted et al., 2003) hvor lærerne gav udtryk for at det var dem selv og klasseteamet der havde størst indflydelse på valg af indhold i klassens natur/teknik-undervisning. Virksomheder eller eksterne personer fra kommunerne bidrager derimod sjældent til planlægningen.

Disse svar står i kontrast til natur/teknik-lærernes svar på spørgsmålene om om samarbejdet med andre natur/teknik- og naturfagslærere er vigtigt for deres natur/teknik-undervisning. Hertil svarer natur/teknik-lærere i undersøgelsen at de vurderer



Figur 1.

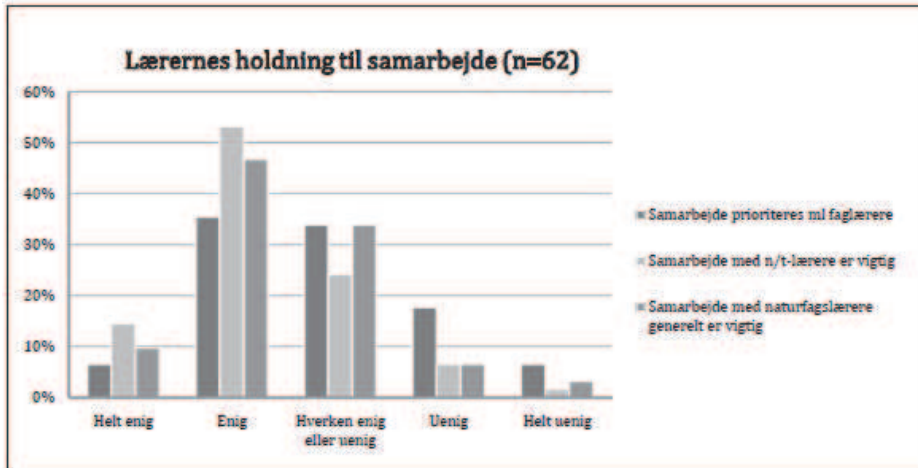


Figur 2.

samarbejdet med andre natur/teknik-lærere højt når de skal hente inspiration til deres undervisning (se figur 3).

Det afspejler sig også i undersøgelsen ved at det oftere er natur/teknik-lærere som de samarbejder med, frem for andre naturfagslærere. Og det skal helst være kolleger med stor faglig erfaring. Vores observationer af natur/teknik-lærernes samarbejdsrelationer i udviklingsprojektet viste at samarbejdet primært består af sparring mellem 2-3 fagkolleger som arbejder sammen på samme årgang. Denne observation støttes af kvalitative studier af Broch & Egelund (2002).

Figur 3 viser også at natur/teknik-lærerne udtrykker delte meninger om hvorvidt samarbejde mellem faglærere prioriteres blandt kollegaer. Samtidig giver natur/teknik-lærerne i høj grad udtryk for at samarbejde med andre naturfagslærere er vigtig for deres undervisning.



Figur 3.

Natur/teknik-lærerne blev spurgt om om samarbejde i årgangsteam og klasseteam er vigtigt for deres natur/teknik-undervisning. Med hensyn til samarbejde i årgangsteam er 41 % af lærerne enige i at det er vigtigt, mens 21 % er uenige, og 38 % har en neutral holdning. Det samme mønster ses vedrørende samarbejdet i klasseteam. Her er 44 % enige i at det er vigtigt, mens 25 % er uenige, og 31 % har en neutral holdning.

Sammenholder man disse svarfordelinger med lærernes svar om at de oftest samarbejder med andre af klassens lærere om natur/teknik-undervisningen, er det paradoksalt at en stor andel af natur/teknik-lærerne har en neutral eller negativ holdning til om samarbejde i klasse- eller årgangsteam er vigtigt for deres natur/teknik-undervisning.

Analysen af interviews og observationer med natur/teknik-lærere i udviklingsprojektet bekræfter at de oftest samarbejder med andre af klassens lærere om undervisningen i natur/teknik. Men samtidig gav et flertal af de lærere som blev interviewet, udtryk for at det øgede samarbejde med andre natur/teknik-lærere som udviklingsarbejdet gav mulighed for, var en god inspirationskilde til deres egen undervisningspraksis.

Undersøgelserne tyder på at den naturfaglige kultur kan styrkes hvis skolerne i projektet udvikler fora som fx fagteam hvor lærerne får mulighed for at dele viden om deres natur/teknik-undervisning.

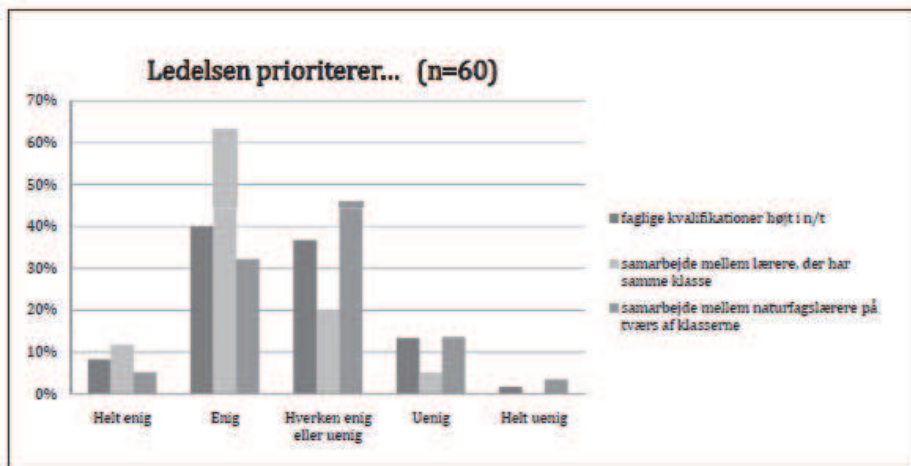
Ledelsens betydning for udvikling af samarbejdsrelationer

Natur/teknik-lærerne oplever at ledelsen prioriterer samarbejde mellem lærere der har samme klasse, højere end samarbejde mellem natur/teknik-lærere på tværs af klasser (se figur 4). Det kan fx betyde at en klasse ikke nødvendigvis får en naturfagsuddannet lærer i natur/teknik fordi hensynet til hvilke lærere klassen har samlet set, vejer tungere end om det er en faguddannet lærer i natur/teknik. Denne tolkning kan begrundes i at det ikke er sikkert at skolen råder over tilstrækkelig mange lærere med en naturfaglig baggrund til at undervise alle klasser i natur/teknik.

En landsdækkende undersøgelse fra 2006, udført af Uni-C³, viste at 16 % af dem der underviste i faget, havde en linjefagsuddannelse i natur/teknik, mens andre 35 % havde kompetencer svarende til et linjefagsforløb i et naturfag. Det vil sige at 49 % af de lærere der underviste i faget i 2006, ikke havde en naturfaglig uddannelse. Siden 2007 har regeringen afsat puljer til at tilbyde lærere supplerende linjefagsuddannelse i fx natur/teknik. Men disse puljer er kun i begrænset omfang blevet udnyttet. I samme periode er produktionen af nyuddannede lærere i natur/teknik også faldet. Så samlet set er andelen af lærere med en naturfaglig uddannelse der underviser i natur/teknik, ikke steget væsentligt siden 2006.

En anden forklaring på at det er samarbejde mellem lærere der har samme klasse, som prioriteres højest, er få-lærer-princippet – et princip der specielt praktiseres i de yngre klasser på mange skoler. Få-lærer-princippet er at eleverne i starten af deres skoleforløb skal møde få lærere i deres undervisning for at der skabes tryghed ved oplevelsen af at gå i skole. De sociale hensyn vejer tungt med hensyn til at sikre en stabil og kontinuerlig oplevelse for børnene i indskolingen. Ledelsen ser måske helst alle fagligheder repræsenteret i klasseteamet, men det kræver at fagkombinationerne hos lærerne i teamet matcher dette krav, samtidig med at få-lærer-princippet skal tilgodeses. Det er ikke sikkert at det kan lade sig gøre i alle situationer.

Analysen viser en positiv sammenhæng mellem om lærerne oplever at ledelsen prioriterer faglige kompetencer i time/fagfordelingen, og om samarbejdet blandt faglærere prioriteres. Sammenhængen er blevet påvist med Spearmans korrelationsfaktor $\rho = 0,43$ med et signifikans-niveau på 0,99. Ledelsens engagement betyder således noget for at styrke samarbejdet blandt natur/teknik-lærere. De kvalitative undersøgelser på tre skoler i projektet støtter denne konklusion. På de tre skoler var høj faglighed en fælles værdi på den enkelte skole som både lærere og ledelse gav udtryk for. Samtidig var ledelserne på de tre skoler meget udviklingsorienterede og engagerede i at styrke samarbejdsrelationer mellem natur/teknik-lærerne.



Figur 4.

Der var også en positiv sammenhæng mellem lærernes oplevelse af ledelsens prioritering af samarbejde mellem klassens lærere og om lærerne vurderer at der er "rum" til at diskutere natur/teknik-undervisning i lærerteam. Sammenhængen er blevet påvist med Spearmans korrelationsfaktor $\rho = 0,525$ med et signifikansniveau på 0,99.

Sammenfattende viser disse resultater at lærerne oplever at ledelsens engagement er betydningsfuldt for deres muligheder for at udvikle samarbejdsrelationer omkring natur/teknik. Denne konklusion finder støtte i en undersøgelse fra Danmarks Evalueringsinstitut hvor det blev konstateret at en klar og synlig ledelse der går i dialog med sine medarbejdere og iværksætter fælles handlinger i skoleudvikling, er med til at fremme elevernes præstationer i skolen (Mehlbye & Ringsmose, 2004).

Fagets synlighed og deltagelse i udviklingsprojekter

På spørgsmålet om om natur/teknik-timer forsvinder i andre aktiviteter, svarer 59 % af lærerne at det ikke er tilfældet. På spørgsmålet om om der foregår projekter på skolen der har naturen som tema, svarer over 40 % af lærerne positivt.

En forklaring på at timerne i natur/teknik ikke forsvinder i andre aktiviteter, kan være at 73 % af lærerne i undersøgelsen er uddannet i et eller flere naturfag. Vores tese er at naturfagligt uddannede lærere i mindre grad vælger at bruge natur/teknik-timerne til andre faglige aktiviteter, hvorimod lærere som ikke er uddannet i et af naturfagene, har en større tilbøjelighed til at inddrage natur/teknik-timerne i andre fag.

Der er en positiv sammenhæng mellem lærernes oplevelse af om natur/teknik er synligt, og om der foregår spændende projekter på skolen. Sammenhængen er blevet påvist med Spearmans korrelationsfaktor $\rho = 0,36$ med et signifikansniveau på 0,99. Det kan antageligvis forklares ved at synligheden opstår ved lærernes øgede fokus på samarbejde gennem deltagelse i udviklingsprojektet. Det øgede samarbejde synliggøres fx ved at undervisningspraksis omkring faget fremstår mere koordineret, gennem realisering af nye undervisningsmaterialer og -faciliteter og gennem ændrede samtalemønstre om faget blandt de lærere som deltager i projektet.

Tildeling af ressourcer

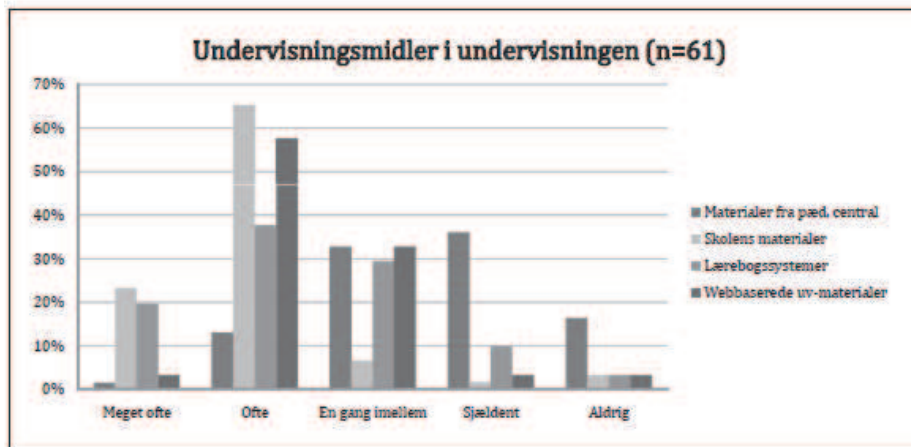
På spørgsmål om om faget tildeles ressourcer til faciliteter og materialer, tyder lærernes svar på at natur/teknik står relativt svagt sammenlignet med andre fag. Det kan kædes sammen med at natur/teknik i mange år har været opfattet som et opfyldningsfag. Der har ikke været mange lærere som "talte" fagets sag tilstrækkelig tydeligt, hvilket sikkert har betydet en lavere prioritering af faget i skolens organisation. Men siden 2002 er der blevet uddannet lærere i natur/teknik, og faget er på den politiske dagsorden med hensyn til ressourcetildeling. Så der er håb for at fagets anseelse udvikler sig i en positiv retning, og at det prioriteres højere i ressourcetildelingen. For eksempel fremgår det også af undersøgelsen at 80 % af lærerne svarer at mange af skolerne i undersøgelsen har et natur/teknik-lokale.

Skolerne har forskellige typer af materialesamlinger. De findes på alle skoler i større eller mindre omfang og anvendes i stor udstrækning (se figur 5) af lærerne uanset køn, alder og naturfaglig baggrund.

Undersøgelsen viser et broget billede med hensyn til om lærerne er tilfredse med skolernes faciliteter og materialesamling til undervisningen. Lærerne er kun delvis enige om at der er de nødvendige faciliteter til at undervise i både natur- og teknik-emner. 33 % af lærerne svarer positivt på om der er faciliteter til at undervise i natur-emner, og kun 25 % svarer at der er de nødvendige faciliteter til at undervise i teknik-emner.

Et tilsvarende mønster tegner sig i lærernes svar på om der er gode undervisningsmaterialer. 45 % af lærerne positivt på spørgsmålet om der er de nødvendige materialer på skolen til at undervise i natur-emner, og 33 % svarer positivt på spørgsmålet om der er de nødvendige materialer til at undervise i teknik-emner.

Analysen viser en positiv sammenhæng mellem om lærerne oplever at der er gode økonomiske vilkår til indkøb af materialer, og om de er tilfredse med skolens samling af materialer. Sammenhængen er blevet påvist med Spearmans korrelationsfaktorer $\rho = 0,44$ med et signifikansniveau på 0,99. Resultaterne finder støtte i KALK-undersøgelsen, hvor 51 % af lærerne svarer at skolen i høj grad har en samling af materialer til natur/teknik (Dragsted et al., 2003).



Figur 5. Hvor ofte indgår forskellige undervisningsmidler i undervisningen?

Det er almindeligt at lærerne tager eleverne med på småture omkring skolen. Målet med småturene er oftere at se på naturfænomener frem for teknik. I undersøgelsen blev der spurgt til hyppigheden af både småture og ekskursioner. Ekskursioner er i læreres forståelse en længerevarende tur som måske kræver offentlig transport. Ekskursioner forekommer sjældnere end småturene. Der er en positiv sammenhæng mellem lærernes vurdering af om der er ressourcer til at tage på ekskursioner, og om hvor ofte lærerne tager deres klasse med på ekskursioner. Sammenhængen er blevet påvist med Spearmans korrelationsfaktor $\rho = 0,44$ med et signifikansniveau på 0,99.

Kommunale ressourcer

En stor andel af lærerne i undersøgelsen ved ikke om der er kommunale ressourcer eller ressourcepersoner som de kan trække på til deres undervisning (se figur 6). Det afspejler sig også i lærernes svar på hvem der indgår i planlægningen af deres natur/teknik-undervisning (se figur 2). Her svarer lærerne at eksterne personer fra kommunen eller virksomheder er dem der bidrager mindst til planlægningen af deres undervisning.

Lærernes manglende kendskab til kommunale ressourcer eller ressourcepersoner kan muligvis begrundes med at kommunerne ikke har en naturfaglig ressourceperson som kan informere og inspirere natur/teknik-lærere til at bruge kommunens tilbud. Først og fremmest er det vigtigt at natur/teknik-lærerne er informerede om hvilke ressourcer kommunen kan tilbyde til at støtte undervisningen. De lærere som svarer at de har kendskab til kommunens ressourcer, giver meget varierede eksempler på hvordan disse inddrages i undervisningen. Det der kendetegner ud af skolen-aktiviteter i natur/teknik i denne undersøgelse såvel som i LUNT- og KALK-undersøgelserne, er



Figur 6.

at det nære miljø omkring skolen er det som lærerne oftest bruger (Andersen et al., 1997; Dragsted et al., 2003).

Sammenfatning og diskussion

Denne artikel startede med en redegørelse og diskussion af begrebet naturfaglig kultur i en dansk skolekontekst. I relation til natur/teknik har den naturfaglige kultur været genstand for forskning siden midten af 90'erne. Konklusionen på diskussionen er at den naturfaglige kultur på en skole og den enkelte lærers fagopfattelse står i et dialektisk forhold til hinanden. På den ene side er kulturen en kollektiv størrelse som lærere igennem deres agering i skolen er med til at udvikle over tid. På den anden side påvirker kulturen den enkelte lærers agering og opfattelse af sin egen praksis. Derfor er lærernes opfattelse af deres egen praksis og de elementer som konstituerer deres praksis, vigtige informationskilder for at kunne karakterisere den naturfaglige kultur på skolerne i udviklingsprojektet. I NaTeKu-undersøgelsen identificeres natur/teknik-lærernes holdning til og karakterisering af en række elementer som har potentialet til at forme udviklingen af den naturfaglige kultur på skolerne i projektet. Sammenfattende viste analysen af lærernes svar følgende:

- Lærerne planlægger eller samarbejder oftest om deres natur/teknik-undervisning med andre lærere fra klasseteamet. Men de opfatter ikke nødvendigvis dette samarbejde som vigtigt for deres natur/teknik-undervisning. Det er samarbejdet med andre natur/teknik-lærere derimod. Og det skal helst være samarbejde med natur/teknik-kolleger som har en stor faglig viden.

-
- Ledelsens prioritering af samarbejder i forskellige kontekster i skolen har betydning for om lærerne oplever at samarbejdet er vigtigt for deres natur/teknik-undervisning.
 - Lærerne oplever at faget får tildelt relativt få ressourcer til indkøb af materialer.
 - Lærerne har delte meninger om om de er tilfredse med skolernes faciliteter og materialesamling til undervisningen. Tendensen er dog at de er mere tilfredse med skolernes samlinger og faciliteter til at undervise i natur-emner end teknik-emner.
 - Lærerne giver udtryk for at niveauet for information om kommunale ressourcer til støtte for undervisningen er lavt.

Resultaterne viser generelt at natur/teknik-lærerne oftest samarbejder tæt på egen praksis med kolleger om deres natur/teknik-undervisning, at disse kolleger ikke nødvendigvis er natur/teknik-lærere, men at de opfatter samarbejdet med andre natur/teknik-lærere som vigtigst for deres undervisning. De efterfølgende kvalitative undersøgelser af natur/teknik-læreres samarbejdsrelationer på tre af skolerne i udviklingsprojektet har vist at lærernes samarbejder med andre natur/teknik-lærere kan være mere eller mindre forpligtende (Sillasen, under udgivelse). Hvis det er samarbejde mellem lærere som har parallelklasser, kan samarbejdet spænde fra at man koordinerer undervisningsplaner, til at man sidder i fællesskab og planlægger alle detaljer af undervisningen sammen. Tætheden i samarbejdsrelationen er et forhold der forhandles gensidigt. Relationen kan være fagligt asymmetrisk, så fx en lærer med stærke faglige ressourcer arbejder sammen med en mindre fagligt ressourcestærk lærer. Spørgeskemaundersøgelsen viste at mange af lærerne værdsætter asymmetriske samarbejdsrelationer til andre natur/teknik-lærere. Observationerne af natur/teknik-læreres samarbejde viste at gensidigheden i fagligt asymmetriske samarbejdsrelationer får næring ved at man støtter hinanden på andre områder end det rent faglige. Det kan fx være at tænke kreativt, at tænke strukturelt, at organisere, at skrive undervisningsplaner, at bruge IKT-kompetencer eller at en erfaren lærer støtter en ny lærer, osv. Både spørgeskemaundersøgelsen og observationerne viser at samarbejdet om natur/teknik-undervisningen og udvekslingen af fagopfattelser, værdier, normer og arbejdsformer foregår i samarbejdsrelationer mellem natur/teknik-lærere som er tæt på hinanden i den daglige praksis.

Hvis udviklingen af en naturfaglig kultur på skolen som helhed skal styrkes, er der behov for at udvikle samarbejdsrelationer i retning af en kollaborativ kultur hvor det giver mening for lærerne at dele deres viden om pædagogisk praksis med andre natur/teknik-lærere der er mere perifere i forhold til deres daglige undervisning. Sølberg (2006) argumenterer for at en kollaborativ kultur blandt naturfagslærere er et ideal for udviklingen af den lokale naturfaglige kultur, og at et udviklingsprojekt som fx

Science Team K-projektet kan bidrage til at udvikle en lokal naturfaglig kultur som har præg af den kollaborative form. I dette perspektiv kan projektet "Natur/teknik og den naturfaglige kultur" opfattes som en udviklingsmæssig ramme med et ideal om at skabe en kollaborativ kultur blandt natur/teknik-lærerne på de deltagende skoler.

Lærernes deltagelse i udviklingsprojektet kan karakteriseres som konstrueret kollegialitet hvor man fra ledelsens side forsøger at skabe øget samarbejde blandt natur/teknik-lærerne gennem formelle strukturer som fx fælles projekter eller udviklingen af fagteamets samarbejde (Sølberg, 2006). Hvis udviklingsprojektet kan bidrage til at styrke natur/teknik-lærernes samarbejde, kan det føre til at samarbejdskulturen udvikler kollaborative træk. Men der er ingen garanti, for det kræver i sidste ende at lærerne selv kan se en mening i samarbejdet i forhold til deres egen undervisningspraksis. Her spiller ledelsens engagement en vigtig rolle. Både denne undersøgelse og andre (Mehlbye & Ringsmose, 2004) peger på at ledelsens engagement i styrkelsen af kollaborative processer er af stor betydning for om lærerne vurderer at samarbejdet er vigtigt for deres egen undervisning.

Referencer

- Andersen, A.M., Dragsted, S., Nilsson, D. & Sørensen, H. (1997). *Natur/teknik på vej – hvorhen?* København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Andersen, A.M. & Sørensen, H. (2006). Fra seminarium til skolepraksis i natur/teknik. *Proceedings Fra Det 8. Nordiske Forskersymposium Om Undervisningen i Naturfag*. Aalborg Seminarium.
- Andersen, N.O. (2006). *Fremtidens naturfag i folkeskolen: Rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen*. København: Undervisningsministeriet.
- Andersen, N.O. (2008). *Et fælles løft – rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for natur, teknik og sundhed*. København: Undervisningsministeriet.
- Broch, T. & Egelund, N. (2002). *Et lærerperspektiv på natur/teknik- og fysik/kemiundervisningen – en kvalitativ analyse*. København: DPU.
- Darling-Hammond, L. (1998). Policy and change: Getting beyond bureaucracy. I: A.Hargreaves et al. (red.), *International handbook of educational change* (s. 642-667). Dordrecht: Kluwer.
- Dragsted, S., Horn, F. & Sørensen, H. (2003). *Kortlægning af læreres kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet. <http://www.dpb.dpu.dk/dokumentarkiv/Publications///20050621144217/currentversion/kalk03140305.pdf>
- Dragsted, S. (1998). Skolens naturfaglige kultur. *Kvan*, 18(52), s. 89-96.
- Hargreaves, A. (2000). *Nye lærere, nye tider. lærerarbejde og lærerkultur i en postmoderne tid*. Århus: Forlaget Klim.
- Hargreaves, A. & Fullan, M. (1998). *What's worth fighting for in education?*. Buckingham: Open University Press in association with the Ontario Public School Teacher's Federation.

-
- Kazemi, E. (2007). School development as a means of improving mathematics teaching and learning. I: K. Krainer & T. Wood (red.), *The international handbook of mathematics teacher education (participants in mathematics teacher education: Individuals, teams, communities and networks)* (s. 209-230). Rotterdam: Sense.
- McLaughlin, M.W. & Talbert, J.E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement*. New York: Teachers College Press.
- Mehlbye, J. & Ringsmose, C. (2004). *Elementer i god skolepraksis – de gode eksempler*. København: AKF.
- Sillasen, M. (under udgivelse). *Natur/teknik-læreres professionelle læringsfællesskaber og social identitet*. Ph.d.-afhandling, Aalborg: Aalborg Universitet.
- Sillasen, M. & Valero, P. (2009). *NaTeKu-undersøgelsen – del-evaluering af udviklingsprojektet "Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen" Rapportering af spørgeskemaundersøgelse*. Aalborg: Aalborg Universitet.
- Sølberg, J. (2006). Den lokale naturfaglige kultur – et fokus for udvikling. *MONA*, 2006(1), s. 7-22.
- Sølberg, J. (2007). *Udvikling af lokale naturfaglige kulturer – barrierer og muligheder for skoleudvikling i forbindelse med Science Team K projektet*. Ph.d.-afhandling, Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Sørensen, H., Horn, F. & Dragsted, S. (2005). Får natur/teknik en fremtid? *MONA*, 2005(1).
- Valero, P. & Jess, K. (2000). Supporting change through a mathematics team forum for teachers' professional development. I: T. Nakahara & M. Koyama (red.), *Proceedings of the 24th conference of the international group for the psychology of mathematics education (PME 24)* (s. 249-256). Hiroshima: University of Hiroshima.

Municipal consultants' participation in building networks to support science teachers' work

Artiklen er scannet og indsat i denne afhandling med Tidsskriftet CSSE's layout for at bevare den opsætning af figurer, tabeller og tekstbokse som artiklen er publiceret med. Figurer og tabeller er nummereret, så de fremstår med numre der ikke følger den øvrige afhandlings figurnummerering. Henvisninger i brødteksten i artiklen refererer kun til figurer og tabeller i artiklen.

Municipal consultants' participation in building networks to support science teachers' work

Martin Krabbe Sillasen · Paola Valero

Received: 10 March 2012 / Accepted: 12 December 2012
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2013

Abstract This paper focuses particularly on the role of municipal science consultants in developing and maintaining network activities and connections among primary school science teachers. The hypothesis is that consultants play a crucial role in supporting strategic planning, and sustaining contacts and activities within professional learning networks. The research is framed by a project that involved 80 primary science teachers in 20 schools. The aim of the project was to develop network activities that facilitate sustainable change of the participating schools' collective culture and practice of science teaching. The authors were involved as researchers and evaluators in the project. Data consist of reports from the consultants about their participation in various network activities, school assessment reports and a longitudinal survey. Three distinct cases are analysed through the use of a framework of professional learning networks to assess the consultants' opportunities and constraints in terms of participating in network development. The results indicate that the consultants' roles in successful network formation is characterized by personal stable contacts within the science teacher community in the municipality, availability of municipal resources to support network activities, participation in strategic planning of municipal network support, and facilitation of the development of new teaching activities within schools or in collaboration between schools. These four distinctive features of municipal science consultants' participation in supporting network activities enable the participants to share and develop teaching activities.

Résumé I uddannelsesforskningen er professionelle netværk begyndt at manifestere sig som en strategi til støtte for læreres arbejde. Netværk anses for at være en vital måde til at støtte skoleudvikling i naturfag på. Uddannelsesforskning om skolereformer fokuserer

Lead Editor: A. Gallard M.

M. K. Sillasen (✉)

Department of Teacher Training, VIA University College, Skejbyvej 1, 8240 Risskov, Denmark
e-mail: msil@viauc.dk

P. Valero

Department of Learning and Philosophy, Aalborg University, Sohngaardsholmsvej 2,
9000 Aalborg, Denmark
e-mail: paola@learning.aau.dk

ofte på lærere som individer. Men forskningen har en tendens til at glemme, at skolereformer er et systemisk foretagende, hvor mange aktører, intentioner og eksperter mødes med den hensigt, at skabe bedre vilkår for læring. En slags aktør er kommunale naturfagskonsulenter, som generelt kan karakteriseres som ressourcestærke lærere, der udpeges til at varetage en konsulentfunktion i den kommunale skoleforvaltning. Vi udforsker hvordan kommunale konsulenter udfolder deres *rolle* gennem *deltagelse* i forbindelse med initiering og vedligeholdelse af professionelle lærende netværk mellem lærere. Begrebet *professionelle lærende netværk* defineres med udgangspunkt i forskningslitteraturen som en spirende organisation, der antager forskellige former og består en mangfoldighed af aktiviteter. Hovedformålet med et netværk er at skabe *vedvarende kollaborative relationer* mellem deltagerne. Deltagerne skal kunne mødes i fælles *arenaer* for at udvikle deres samarbejde gennem engagement i aktiviteter. Der findes mange *typer af netværksaktiviteter* som kan have *forskellige formål*. Vedvarende kollaborative relationer mellem netværksdeltagere kan udvikle sig med varierende *intensitet*. Der gøres rede for 3 eksempler på netværksudvikling mellem naturfagslærere i Solsikke, Mælkebøtte og Morgenfrue kommune. De tre blomsternavne er valgt som synonyme for 3 kommuner for at anonymisere redegørelserne. De kommunale naturfagskonsulenters rolle og deltagelse analyseres ved hjælp af professionelle lærende netværk. Data består af de deltagende naturfagskonsulenters skriftlige redegørelser af netværksudvikling blandt naturfagslærere. Redegørelserne blev suppleret med forskernes tentative fortolkninger, der efterfølgende blev valideret af naturfagskonsulenterne. To andre datakilder blev også anvendt. Den ene var lærernes svar i en longitudinal spørgeskemaundersøgelse med lukkede og åbne spørgsmål. Den anden var de deltagende skolars selvevalueringsrapporter om netværksudviklingens betydning for udvikling af skolernes naturfaglige kultur. De tre eksempler blev udvalgt, fordi skolerne og kommunerne havde forskellige udgangspunkter, da vi startede dataindsamlingen. Resultaterne indikerer, at naturfagskonsulentens rolle i succesfuld netværksudvikling er karakteriseret ved personlige stabile kontakter ind i naturfaglærernes miljø, tilgængelige kommunale ressourcer til netværksaktiviteter, deltagelse i strategisk planlægning af kommunal støtte til netværksaktiviteter og facilitering af udvikling af nye undervisningsaktiviteter i skoler og i samarbejder mellem skoler. I Solsikke Kommune var naturfagskonsulentens rolle velfungerende, og der var et stærkt netværk blandt naturfagslærerne. I Mælkebøtte Kommune var den naturfaglige konsulent ikke en naturfagslærer fra starten. Det betød, at naturfagskonsulenten ikke havde stærke relationer til kommunens naturfagslærere. Desuden var der heller ikke et velfungerende netværk blandt naturfagslærerne i kommunen. Senere begyndte et netværk at spire frem, da kommunen ansatte en ny naturfagskonsulent som var naturfagslærer. I Morgenfrue Kommune lignede situationen den i Mælkebøtte Kommune. Men der var desuden rod i den kommunale skoleforvaltning. Det havde den konsekvens at den naturfaglige konsulent var overbebyrdet og gik ned med stress. Disse eksempler illustrerer, at kommunale naturfagskonsulenters rolle forstået som deltagelse i netværksudvikling åbner for at opfatte dem som mæglere eller brobyggere, der medierer mellem lærere, skoleledere og skoleforvaltningen. Derfor bliver de en meget vigtig ressource i konstruktionen af professionelle lærende netværk.

Sumario Ejecutivo En la investigación en educación científica la formación o el desarrollo de redes de aprendizaje profesional ha surgido como una estrategia para apoyar el trabajo de maestros a partir de la base de sus intereses y necesidades. Esto se ha convertido en una forma importante de apoyar la mejora de la enseñanza y el aprendizaje

de las ciencias naturales. A pesar de la variedad de participantes involucrados en las redes, los estudios existentes tienden a enfocarse en los profesores ignorando que la mejora de prácticas educativas para el aprendizaje requiere de muchos participantes, sus intenciones y experiencias. En este artículo prestamos atención al papel de los consultores municipales de educación de ciencias quienes despliegan su función mediante la participación en la iniciación y mantenimiento dinámico de redes de aprendizaje profesional. Los consultores municipales en educación de ciencias son profesores con experiencia que han obtenido un cargo dentro de la administración escolar municipal. El concepto de *red de aprendizaje profesional* se define y caracteriza como una organización emergente de colaboración que, a través del tiempo, toma diferentes formas y consiste en diferentes tipos de actividades. Su principal objetivo es el de crear *relaciones colaborativas permanentes* entre los participantes. Provee *arenas* o espacios compartidos donde los participantes puedan encontrarse y desarrollar su colaboración mediante diferentes tipos de actividades. Las actividades pueden ser de *diverso tipo* y pueden tener *diferentes objetivos*. También la *intensidad* de colaboración puede variar. Como parte de un proyecto en escuelas danesas estudiamos tres casos de redes entre profesores de ciencias en escuelas primarias en tres municipalidades utilizando el concepto de red de aprendizaje profesional. Los datos consistieron en descripciones escritas por los consultores sobre su trabajo. Estas descripciones se complementaron con las interpretaciones tentativas de los investigadores, las cuales fueron validadas por los consultores. Otras dos fuentes de información fueron las respuestas de los profesores quienes participaron en un cuestionario longitudinal con preguntas cerradas y abiertas, y los informes de auto-evaluación elaborados por las escuelas participantes. Los tres casos fueron seleccionados porque las escuelas y las organizaciones municipales se encontraban en diferentes puntos de partida cuando iniciamos la recolección de datos. Nuestro análisis indica que el papel del consultor en el desarrollo de las redes se caracteriza por los contactos personales estables que existen dentro de la comunidad de profesores de ciencias en el municipio, la disponibilidad de recursos municipales para apoyar las actividades de la red, la participación en la planeación estratégica del apoyo a la red municipal, y la facilitación del desarrollo de nuevas actividades de enseñanza dentro de escuelas en colaboración con ellas. En el Municipio del Girasol el consultor municipal apoyaba activamente a los profesores quienes habían formado una red fuerte entre ellos. En el Municipio de Diente de León el coordinador municipal no tenía una relación fuerte con la comunidad de profesores de ciencias y no había una red en funcionamiento entre los profesores de ciencias. Pero después de un tiempo el municipio contrató un consultor nuevo de ciencias y la red comenzó a emerger. En el Municipio de la Caléndula la situación era similar a la anterior, pero la desorganización en la administración escolar tuvo como consecuencia que el consultor municipal estuviera sobrecargado, trabajara sin objetivos claros y, eventualmente se hundió con el estrés. El rol del consultor se desenvuelve mediante su participación en varias de las actividades de la red con relación a los profesores, las autoridades educativas locales, y otros participantes. Los tres casos ilustran que el papel del consultor, entendido en términos de participación en el desarrollo de redes, permite pensar en ellos como mediadores que establecen un puente entre los maestros y las autoridades locales. Por ellos son un recurso importante en la construcción de redes de aprendizaje profesional para la mejora de la educación en ciencias.

Keywords Science teachers' professional development · Network development · Municipal Science Consultants role and participation

In educational research literature the concept of professional networks has emerged as a strategy to support teachers' work. Ann Lieberman (2000) argues that support in the form of standard professional development programmes is problematic because they deliver "one size fits all" activities that are not easily adaptable to individual teachers' practice. In contrast, professional networks provide a highly user-driven organizational framework centered on the interests and needs of the participants. Professional development in the form of learning in a network is rooted on teachers' expertise and happens when teachers from different schools share common tasks but gain experience with them in their own practice. Teachers can then gain confidence that their own practical knowledge has a value for other teachers and increase their own willingness to experiment with other teachers' ideas in their own practice (Van Driel, Beijard, and Verloop 2001).

David Jackson and Julie Temperley (2007) combine the concept of network with the concept of professional learning community to develop the idea that teachers from different schools collaborating in a network to constitute a community for the purpose of learning can help to strengthen teaching practice in the participating teachers' own schools. Thus, the learning of teachers is not confined to their participation in traditional professional development courses, but it is situated in their practice, concerns and possibilities. A characteristic feature of successful and sustainable networks organized as professional learning communities is that it is possible to achieve a knowledge base balance between the practical knowledge of teachers and the public knowledge that informs their practice through collaborative activities in the network. These ideas have also been contextualized in science education. In recent years research has documented and discussed how stable collegial relationships between teachers in schools and between schools are effective means to generate opportunities for professional development that traditional in-service, science teacher training programmes do not offer (Ostermeier, Prenzel and Duit 2010). Linking schools—and thereby teachers, their experiences, and expertise—has been documented as an important element in reform processes aimed at the improvement of science education (Richmond and Manokore 2011). Although the general education research literature and the science education literature see professional networks as an effective strategy for teacher and school science education improvement, and highlight how relationships between practitioners beyond the boundaries of the classroom are important, most of this research literature ignores an important lesson from education research on school change: school change is not an individual but a systemic matter where many participants, intentions and expertise come together to offer better education practices for better learning. School change is consequently not only limited to teachers' practices in classrooms but also involves the practices of a variety of participants in the school organization, the local authorities and their education proposals, and even national and international agencies and their initiatives. This realization has been central in research on education reform (Darling-Hammond 2005). When connected with practitioner networks this lesson suggests that it is as important to think about the teachers in the network as about the role that other key participants such as school leaders, municipal authorities, policy-makers, science centres, etc. may play in building and consolidating sustainable relationships for the development of science education. Extending the concept of practitioners' networks to include the activities of other participants and their contribution to school change in general, and to science education improvement in particular, is a fundamental requirement.

In this paper we present an explorative study on the role of municipal science consultants in the initiation and dynamic maintenance of professional learning networks for the improvement of science education. In Denmark, municipal science consultants are

experienced teachers who are respected and recognized by peers on the grounds of their outstanding teaching and special contribution to and engagement with school improvement. The local authorities sometimes recruit these special teachers, or they sometimes apply for a position within the municipal school administration. They become consultants not on the grounds of formal qualifications, but mainly on the legitimacy and trust of their peer teachers on their expertise as teachers. They act as mediators between teachers in schools and the local authorities, moderators of developmental activities, and caseworkers. The term *role* is often interpreted as the formal position and description of duties of a person in an organization. This study particularly addresses how the municipal science consultants unfold their role through *participation* in network activities. Our contention is that the consultants' participation in the network initiates and facilitates connections between distinct participants in that network by creating and sustaining contacts and activities, mobilizing resources, and supporting strategic planning. We start by characterizing the notion of professional learning networks. Then the development project that framed the network development in three different municipalities is shortly described together with the methods used to gather information about the municipal science consultants' participation in network activities. Three cases were constructed from these data and they are presented as distinct stories about how the municipal science consultants' participation affected the formation and direction of network activities. Commonalities and differences in relation to participating in and supporting network development in the three cases are then analyzed within the framework of professional learning networks. Finally, we infer what can be learned from these cases about municipal science consultants' participation and support in network development.

Characterizing professional learning networks

We define a *professional learning network* between different practitioners and their institutions as an emergent organization of collaboration that over time takes on different forms and consists of different types of sustained activities (Jackson and Temperley 2007). There are some common characteristics that are fundamental to the formation of a network.

First, its main objective is to create *collaborative sustained relationships* between the participants. This implies that network activities are an opportunity to develop shared responsibility for the direction of any initiative and related activities.

Second, there must be some *arenas* or shared spaces where participants can meet and develop their collaboration by engaging in different types of activities. The arenas can be of a physical or virtual type, such as annual conferences, monthly workshops or on-line discussion groups and shared virtual platforms. Yet arenas can also be areas of collaboration and work, such as leadership development, curricular innovation, resource management, etc.

Third, activities in the network can be of *diverse types* (e.g., sharing activities, discussion activities, project activities) and can have *different objectives* (e.g., to increase teachers' expertise, to develop new teaching methods, to make recommendations for policy, to engage non-school actors such as local companies and science centers in school-oriented activities). Of course, there is a connection between the types of activities and their objectives, and the arenas where they take place.

Fourth, although the overall aim of a network is to promote collaborative sustained activity, there may be different *intensity* in the collaboration. This intensity is expressed in the relationship between the actual activities, the participants' perceptions about their

engagement in those activities, and their relevance for teachers' learning and practice. Some activities may be experienced as intense, and therefore rich and meaningful, but there may be other types of more scattered activity among participants that are not perceived as being very relevant. The most important factor in the formation of networks is that the different participants involved find it productive to collaborate across objectives, topics, and space.

Discussing the most important elements in sustaining professional learning communities in and among schools, Kathleen S. Davis (2003) emphasizes the role of external support. In a Danish context, many municipalities have organized their link with schools by formally appointing a subject-matter consultant. In our cases, the municipal science consultant has an important position in a professional learning network. S/he is the person who builds relationships between the local educational policy, administration and resources, and many other participants such as school leaders and teachers, local non-school organizations, parents' organizations, etc. In a study aimed at investigating external actors' role as a resource in science teaching in schools Henrik Busch and Jan Sølberg (2004) found that municipal consultants were pivotal in moderating the collaboration between actors such as subject-matter experts in science centres, universities, companies and teachers in schools, and therefore contributed to the professional development of science teachers.

In our broad concept of professional learning networks municipal consultants are key participants. Inspired by Dorothy Holland (2001), the municipal consultants' role in network formation can be characterized by their position in the network. Thus participation is linked to the social and material resources available for the municipal science consultants to unfold their social position in the network. Participation also has to do with how they actually engage in different kinds of social and cultural activities in the network. It is through their participation in activities, and their use of the resources available, that the consultants position themselves in the network in relation to other participants. In what follows we explore how the municipal consultants participate in the processes of building network relationships. We attempt to characterize the opportunities and constraints in relation to their participation in and support of network development.

The research context

Our study is framed within a larger project called NaTeKu (Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen in Danish or Nature-technology and the scientific culture in the Danish folkeskole). It was a 3-year project (running from 2007 to 2010) co-funded by the Danish Ministry of Education and four municipalities, and directed by the House of Natural Sciences. The House of Natural Sciences initiates, raises funding for, leads and facilitates projects that foster interest in science and technology among children and youngsters through the development of new methods and concepts for science teaching. The NaTeKu-project manager, Kenneth (all participant names are pseudonyms), is an experienced public school teacher who has worked as a project manager for 10 years. He has an extensive network in the science education community in Denmark. The project involved 80 primary science teachers in 20 public schools (Folkeskoler) in four municipalities characterized by low population density, some cities having around 50,000 inhabitants. The Danish Folkeskole is a comprehensive, integrated school covering grade zero to nine. It comprises an optional tenth grade. According to the Folkeskole act, schools

must provide pupils with subject-specific qualifications and prepare them for further education and their role as citizens in a democratic society.

The municipalities involved have made a commitment to the project and decided to invest both economic and human resources to facilitate the participation of teachers, schools, and municipal consultants in the project. The main objective of the NaTeKu-project was to open a space for groups of nature-technology teachers in participating schools to identify their needs for strengthening their practice in that school subject. Nature-technology (natur-teknik in Danish) is a school subject from 1st to 6th grades, that combines the natural sciences with issues of technology. Based on teachers' identification of their own needs, NaTeKu aimed at promoting collaborative activities in primary science teacher communities in the participating schools to facilitate sustainable change to their teaching practices. The secondary objective was to develop networks between teachers from different schools (Sillasen, Valero and Sørensen 2010). Networks provided opportunities for teachers to share knowledge about curriculum development as well as design and implement new teaching activities. Networks were developed in the project at three levels. First, in each school the participating teachers formed a community that was involved in project activities. Second, in each municipality networks were developed between schools. Municipal networks were initiated, moderated, and maintained by municipal science consultants. Third, the four municipal consultants developed their own network where they shared knowledge about developing support activities for the participating schools and the municipal networks. The NaTeKu-project manager, Kenneth, was the moderator of the municipal consultants' network. In this paper we focus on the municipal consultants' role as participants in network activities at school and municipal levels.

We were involved as researchers and evaluators in the project, with the responsibility for providing feed back to the project leadership on the project's progress (Sillasen and Valero 2011). It was evident from our results that the resources and relationships mobilized by the municipal consultants were crucial in affording sustainable possibilities for school teachers to engage with the project. The four municipal consultants were asked to write descriptions about collaborative activities that provided opportunities for teachers to engage with the municipal networks. Their position in the emerging networks gave them a vantage point from which it was possible to describe the network development. These descriptions provided rich information about possibilities for and barriers to developing networks at the municipal level. They outlined activities, interactions between different stakeholders (municipal consultants, teachers, school principals, other resource persons and the municipality), and the overall progress during the 3-year span of the development project. The researchers supplemented the descriptions with interpretations about which elements supported or constrained the development of networks. The revised descriptions were then read by the municipal consultants and edited by the researchers according to their suggestions. The revised descriptions were then analyzed for elements that supported or constrained network development. After this first analysis the municipal consultants participated in a group interview. The first author asked the municipal consultants to co-interpret emerging patterns. Thus the consultants' comments contributed to a deeper understanding of the network development.

Furthermore, we used two additional sources of information to evaluate how participant teachers viewed the contribution of network activities and the municipal science consultants in supporting their own professional development. One such source was the teachers' responses to questionnaires in a longitudinal survey. Questionnaires were distributed at the beginning and end of the development project. The teachers were asked both closed and

open-ended questions about their attitude towards teacher-to-teacher collaboration both within their own school and between schools. The teachers' responses to closed questions were recorded on a five-point Likert scale. Differences in mean scores of teachers' responses between the initial and final questionnaire were tested by using *t* test for significant variations. The null hypothesis was that there were no variations between responses ($p < 0.05$). Answers to the open questions in the longitudinal survey provided the researchers with information about which project activities within each school and in the municipal network had a high impact in terms of improving the participating teachers' own practice. The second source was the assessment report that each school submitted when the development project ended. For details of these two sources of information see the technical report (Sillasen and Valero 2011).

The data material described and the analyses undertaken were the basis for the construction of the three case descriptions below. In these descriptions the municipalities and names of consultants have been anonymized. The analysis followed an abductive process that went back and forth as we moved between building the conceptual framework, extracting analytical points, and constructing the cases on the basis of the three data sources mentioned above (Charmaz 2006).

Three cases of municipal consultants in action

In what follows we present the cases of three of the municipalities involved in the project. In our description we provide information about the municipality, and focus on the role of the municipal consultant and other central participants who, at the municipality level, helped to foster professional learning network activities. These three cases were chosen because the schools and the municipal organizations were at different points of departure at the beginning of the NaTeKu Project. The case descriptions are constructed so as to reveal the different dimensions of the role of the consultants in the network. Such variety allowed us to look for commonalities and differences, which helped to characterize and draw conclusions about the role of the consultant and his/her contribution to the network formation.

Sunflower municipality

Sunflower municipality has 88,481 inhabitants as of 2010. The school system consists of 28 municipal public schools, three special needs schools and five private schools at the primary and lower secondary level. The total number of pupils in the public schools is approximately 16,000 in the first ten grades. In Sunflower there are also four schools at the upper secondary level: two gymnasiums, one merchant school and one vocational school. Private schools are self-governing institutions required to meet the same standards as public schools (Folkeskole). There are many different types of private schools and some are based on a specific philosophy, pedagogical line or religious belief. Most private schools receive substantial state subsidies.

The municipal consultant, Peter, 55 years old, has been a public school teacher for 30 years. Later in his career he obtained a diploma and master's degree in educational use of Information and Communication Technology (ICT). He has been a consultant in the school administration for 13 years. One of his tasks is to initiate and manage development projects related to science teaching.

Two other consultants became involved in the NaTeKu project. Michael, an experienced and innovative science teacher, was appointed to guide science teacher communities in each school to collaborate on developing goals, activities, and milestones in the project. Bo was another innovative science teacher and assisted Peter in developing and coordinating network activities.

The local science center SCICON supported science activities in the schools. SCICON is a public science center that focuses on marine ecology and environmental issues. The SCICON School Service is partially funded by Sunflower Municipality. In return, the School Service is committed to receiving visiting classes from public schools in Sunflower without additional costs and to provide consultancy work for schools in science activities. Recently the municipal science consultants and SCICON's School Service merged into one organization with the purpose of creating stronger synergies in their joint activities. In the NaTeKu project consultants from SCICON School Service supported the participating schools in developing new teaching activities.

The school district collaborates with the regional College of Teacher Education in Sunflower. When the NaTeKu project was initiated in 2007, Michael was employed as a science teacher educator at Sunflower College of Teacher Education. The college supported the implementation of the NaTeKu project in the municipality by offering Michael's innovative and organizational expertise to the schools in the initial phase.

Two urban and three rural schools participated in the NaTeKu project. At the school level the project activities consisted inter alia of developing a coherent curriculum for science teaching in the first six grades, buying new teaching materials, sharing ideas about teaching with teachers in the first grades, developing new teaching activities for science, and collaborating with language teachers about the special needs of multicultural pupils.

At the municipal level Michael and Peter collaborated to support the schools in initiating and implementing project activities in three different ways. First, in the initial process they guided the schools in defining detailed goals, activities, milestones and products. One school wrote in its assessment report that the participation of the municipal consultant in meetings in the science team improved the quality of the pedagogical discussions about implementing new curriculum activities and sharing best practice. Second, they coordinated support activities with consultants from SCICON's School Service and other science resources in the municipality. Third, the consultants organized workshops every semester where teachers from the schools engaged in peer processes to qualify their project activities. As regards the relevance of these workshops, one teacher wrote in the project's evaluation that "we drew a lot of inspiration from participating in workshops in different schools. It was particularly interesting to see how different teachers were using the same teaching material as in our school, but applied it differently in their teaching context. The workshop on experimental methods was an inspiration to me and my colleagues" (March 2010). The core activities in the workshops ranged from transmission of knowledge of particular teaching activities developed by groups of teachers in one school, to collaborative activities, where teachers from different groups joined in developing new teaching activities together. The former type of activity was more frequent than the latter, because "you have to overcome some personal barriers to collaborate closely with teachers from other schools", one teacher wrote in her questionnaire. "It is easier to collaborate with a colleague from your own school", she added (April 2010).

In the municipal workshops external resource staff was sometimes invited to cooperate with groups of teachers to develop new teaching materials or orchestrate workshops about curriculum activities. They did not, however, embrace the shared responsibility for the network activities in the same sense as the teachers in the network but rather input specific

expert knowledge to the network activities that teachers then adapted to their own teaching practice. The balance between workshops and network activities at the municipal level and local activities in the science teacher communities in each participating school was considered as an asset in some schools. In the evaluation report, one school argued that “new teaching ideas [presented at municipal workshops] might be more effectively implemented in the participant’s own practice, if there was a balance between network activities at the municipal level and in each school” (March 2010). Another school wrote on the same issue that “it is our impression that the network between science teachers in the school and in the municipality is a solid framework for developing the science teacher’s identity. We hope that the network will be supported in the future so that teachers can meet at least annually. We have seen different science departments and experienced teaching activities in various contexts. This has been a valuable experience in terms of assessing what we did right, and what others have done more excitingly or effectively” (March 2010).

Halfway through the project Michael ceased to act as a municipal consultant. The municipality hired Bo as a new consultant to assist Peter in his work. A key activity for Bo and Peter in this intermediate phase of the NaTeKu project was to map the activities at the municipal level and coordinate them with other strategic activities aimed at improving science teaching in schools. The municipal school administration then formulated a science strategy that functioned as a tool for long-term planning of activities in each school and network activities between schools. In parallel with the NaTeKu project, the municipality supported activities that focused on bridging the gap between different school levels, environmental education, health as a cross-curricular activity, and an annual conference for science and math teachers from primary and secondary schools. When the NaTeKu project ended Peter continued to implement the intended actions in the municipality’s science education strategic plan. One teacher wrote that “it became easier to plan external schooling activities such as visiting SCICON or a water purification facility because the municipal consultants provided you with information about whom to contact or where to look for information for out-of-school activities” (April 2010).

Dandelion municipality

As of 2010 Dandelion municipality has 85,548 inhabitants. The school system consists of 37 public schools and seven private schools. Thirteen public schools are small and situated in rural areas. The total number of pupils in the public schools is approximately 11,000 in the first ten grades. In Dandelion there are also four schools at upper secondary level: two gymnasiums, one merchant school and one vocational school.

The municipal consultant, Katherine, 60 years old, was a school teacher for 20 years before applying for a job as municipal consultant. She has been a municipal consultant for 25 years. She qualified as a consultant by attending various in-service courses at diploma and master’s levels. Her job involves different development activities: ICT, innovation, teachers’ and school leaders’ professional development, and science education.

The NaTeKu project was initiated in the municipality at a school leader conference, where Katherine talked about the project, and invited schools to participate. Four schools volunteered, three rural and one suburban. The initiation of project activities was decentralized to each school. The science teachers in each of the participating schools were asked to define goals, actions, and milestones of activities that they wanted to implement locally. Katherine intended to use the school quality reports as an instrument to keep herself informed about the progress of these activities. One consequence of the decentralized strategy was that the science teachers had difficulties reinterpreting the overall

objectives of the NaTeKu project into local goals, actions, and milestones within the context of their school. Katherine became aware of these difficulties when she visited some of the schools 3 months into the project.

At a meeting of the municipal consultants in the NaTeKu project, Michael shared his experience about proactive guidance with participating schools in Sunflower Municipality in the initial phase. The project leader, Kenneth, suggested, that all the municipalities should appoint Michael to support the schools in defining detailed goals, actions, and milestones for the project activities. Katherine and other municipal consultants agreed to this suggestion. The final survey documented that Michael's proactive guidance in the initial phase was crucial to the outcome of project activities in many schools.

During the first 2 years there were no municipal workshops in Dandelion. In this period project activities were localized in each school. Individual teachers from each school wrote in their response to the final questionnaire that it was desirable to participate in municipal workshops from the start: "The intention was to develop network activities, where we the teachers had the opportunity to be inspired by each other" (April 2010), observed one teacher in her questionnaire. Katherine only became aware of these demands when she read the first annual school quality report. The rural schools reacted to the lack of municipal support in their own way. During the second year and in parallel with the NaTeKu project, the rural schools in Dandelion municipality formed the "Rural Schools Network", because they felt the need to have a forum where actions of common interest could be discussed and coordinated. The motivation for this network was the fact that the schools were very small compared with the urban schools. The rural schools leaders saw the need of teachers to form larger communities where they were able to share knowledge about their teaching practices. As part of this network the three rural schools participating in the NaTeKu project created a "space" where the science teachers could share knowledge about their project activities. This opportunity to share knowledge was crucial for the science teachers in the rural schools. One school reported in the assessment report that "The Rural School Network provided valuable opportunities to share knowledge with peers about good teaching practice" (March 2010). The teachers argued that seeing examples of teaching activities from different schools was like a mirror that could be used to assess the quality of their own teaching activities.

The project activities that took place in the participating schools consisted inter alia of developing evaluation procedures to uncover examples of good teaching activities, mapping local sites useful for outdoor teaching, developing environmental teaching, and developing a coherent curriculum for science in all classes in each school. From a teacher's perspective these activities gave science a greater status among both pupils and colleagues. One teacher wrote that "the collective work of developing new teaching activities has facilitated my planning of teaching activities. And for our science team as a whole, the activities have strengthened a shared responsibility towards the school's teaching practice in science" (April 2010).

Halfway through the project there were some changes amongst the municipal consultants. Michael's employment as a consultant ended owing to lack of funding. Katherine retired and a new municipal consultant, Carl, joined the project. He has been a teacher for 30 years. Carl is an experienced science teacher who works part-time at a municipal science pedagogy center and part-time as a science teacher in an urban public school. In the science center Carl offers guided activities about ecology, biology, and environmental issues to science classes from the public schools in Dandelion. He has a wide network amongst the science teachers in the municipality, because they have visited the science pedagogy center with their classes.

The municipal support changed character when Carl became a municipal consultant. A central activity in this phase of the project was Carl's collaboration with the municipal school administration to formulate a strategic plan for developing a municipal network among science teachers. The objective of this municipal network was to initiate collaborative activities where teaching activities developed by schools participating in the NaTeKu project could be disseminated to other schools in the municipality. Carl's strategic plan for the network development consisted of three activities:

1. Each school participating in the NaTeKu project documented their project activities in an assessment report. Carl then visited each school to discuss the status of their project activities. The purpose of his visits was to map which project activities could be disseminated to other schools.
2. The municipality held a conference where each school participating in the NaTeKu project presented several workshops to teachers from the other public schools. The contents of these workshops were collaborative teaching activities developed in the NaTeKu project.
3. The municipality initiated a twinning process whereby the schools participating in the NaTeKu project were invited to start collaboration with other public schools, in order to disseminate knowledge about the project activities to teachers in schools not so far involved.

When the NaTeKu project ended Carl was working on supporting the schools in their twinning process. This particular initiative was scheduled for evaluation in 2012.

Marigold municipality

Marigold has 60,227 inhabitants in 2010. The school system consists of 25 public schools, three special needs schools and seven private schools. The total number of pupils in the public schools is approximately 10,000. In Marigold there are also four schools at the upper secondary level: three gymnasiums and a combined merchant and vocational college.

The municipal consultant, Lars, 55 years old, worked as a public school teacher for 19 years before applying for the job as municipal consultant. During the last 10 years he has combined his work as a municipal consultant (60 %) with a job as a public school teacher (40 %). Lars graduated with a diploma in ICT pedagogy and project management. His job as a municipal consultant involves managing projects about children with special needs, developing the use of ICT in teaching, and teacher professional development in mathematics. Five years ago the municipal school administration closed another consultant position that had a focus on science and these duties were added to Lars's portfolio.

Two urban and three rural schools participated in the NaTeKu project. From the start there were two constraints that hindered the participation of schools in Marigold municipality in the NaTeKu project. First, the school director had approved Marigold municipality's partnership in the project, but he did not communicate this decision to Lars. The consequence was that Marigold municipality started to work on the project later than the other municipalities. Lars was given the task of managing the project 3 months after the project's initiation. By the time Lars joined the network many negotiations had already taken place among the consultants from different municipalities and the central project leadership. Second, the municipal school administration and several of the participating schools were undergoing substantial organizational change when the NaTeKu project was initiated. In the municipal school administration there was no clear division of

responsibilities and at several schools principals changed jobs. The consequence of these conditions was that the administration and the schools were not clearly coordinating actions and responsibilities in the NaTeKu project. When Lars became a project coordinator in the municipality the school principals started to complain to him about lack of municipal support in the initiation process.

The unclear collaborative conditions also had consequences for the municipality's initial guidance to the schools on defining goals actions, milestones, and products for project activities locally. Marigold municipality had also hired Michael as an external municipal consultant to guide the participating schools in initiating the project activities, but he experienced resistance in some of the schools. These conditions made it very difficult for Michael to support them in the process of defining project activities. Halfway through the project Lars went on sick leave owing to stress. The burden of too many obligations and chaotic conditions in the municipal school administration affected his work. The project leader, Kenneth, then established direct contact with each school to evaluate the status of the project activities. Teachers' reports at the end of the project pointed directly to the difficulties experienced with the support from the municipal consultant. Teachers found the support to be "not very clarifying" and "very confusing during the first 2 years of the project".

Kenneth considered that each school individually was progressing satisfactorily. On the other hand, all the schools complained about the lack of assistance from the municipality with organizing network activities. Kenneth then contacted the director of the municipal school administration to inform her about the lack of support that the schools were experiencing. He argued that the situation made it difficult for the participating schools to make sustainable changes in the collaborative activities in the science teacher communities.

Despite the difficult conditions at the municipal level, the schools managed to initiate project activities within their own context. These included creating a thematic science week for the entire school, developing new teaching activities with Lego Mindstorm[®], developing evaluation procedures to map examples of good teaching activities, and defining a coherent science curriculum for the first six grades in all public schools.

Three months after Lars went on leave, the municipality hired a new science consultant, Brian. He has been a teacher for 3 years. He recently graduated from a diploma programme in project management and organizational development. Brian's engagement as a municipal science consultant changed the situation in Marigold radically. He collaborated with the municipal school administration about formulating a municipal science strategy that functioned as a tool for implementing support to each school and network activities between schools. The strategy has several strands:

- Initiatives for bridging the gap between school levels in science
- Mapping municipal facilities available for science teaching
- Developing special teaching programs for talented children
- Developing teaching activities that focus on collaboration between schools and private companies
- Single events such as a science fair for young pupils
- Professional development programme for science and maths teachers. The core activity is small workshops where teachers share knowledge-specific teaching activities.
- Initiating small teacher communities that collaborate on developing new teaching activities for science. These activities are then made available to other teachers through the professional development programme.

One teacher wrote in her final response to the questionnaire that “during the last year of the project the collaboration with the municipal science consultant has worked very well. His support was of great importance in clarifying the direction of our activities in the project” (April 2010).

From the teachers’ perspective the collaborative activities in each school were a success. One teacher wrote in her final response to the questionnaire that “we have developed courses and curriculum materials from grades zero to six that focus on hypothesizing and scientific work methods for different topics. This work has helped our science teacher community to develop a common frame of reference about what scientific concepts and ideas are important to teach at different grade levels and how” (April 2010). Two components were common to all assessment reports from the schools. First, the collaborative activities had developed a shared attitude about good teaching practice in each school. Second, each school had developed a coherent curriculum for primary science that the teachers were committed to implementing in their own teaching practice.

When the NaTeKu project ended Brian was working on realizing several strands in the strategic plan. He continues to do so even after the end of the project.

Commonalities and differences between the consultants participation in network activities

The analysis focuses on commonalities and differences between the municipal science consultants’ participation in network activities in the three municipalities during the 3 years of the NaTeKu project. Table 1 summarizes the consultants’ participation in the network activities in the three municipalities. We tease out patterns of the municipal science consultants’ participation in relation to the four characteristics of professional learning networks presented in our theoretical framework, namely *sustained collaborative activities*, in a *variety of arenas*, with a *diversity of types of activities aiming at different objectives*, with *different intensity levels*.

In the following we analyze the cases comparatively in relation to how the role of the municipal consultants contributed to the four characteristics of professional learning networks.

Collaborative sustained relationships

Developing a shared responsibility for collaborative activities is vital to sustain networks between practitioners. A shared responsibility emerges when the participants sense that network activities are aligned with their needs and demands for support activities that can change their own teaching practice (Lieberman 2000). The three cases illustrate that participants’ shared responsibility can be developed and maintained by network activities between schools and in each school, and that the municipal consultants’ participation is important for this process.

Development of the participants’ shared responsibility in network activities between schools was different in the three cases. In Sunflower the municipal consultants succeeded in designing collaborative activities between schools that teachers assessed positively. One teacher wrote that “these activities fundamentally moderated negotiations amongst the science teachers about good teaching practice and collaborative activities that have a sustainable effect on the individual teacher’s own practice” (April 2010). This comment is representative of many teachers’ attitude to the collaborative activities in Sunflower. The

Table 1 Summary of the municipal science consultants' participation in network formation in the three municipalities in relation to the four characteristic aspects of professional learning networks

| Characteristic aspects of professional learning networks | Sunflower | Dandelion | Marigold |
|--|--|---|--|
| Initiating, moderating and maintaining collaborative sustained relationships | <p>Initiated the project at a school leader conference</p> <p>Guided the science teachers involved in each school in defining goals and activities</p> <p>Coordinated support activities with SCICON School Service and other municipal science resources</p> <p>Coordinated workshops where teachers had the opportunity to share examples of best practice</p> <p>Set up a webpage for teachers to share examples of good practice</p> | <p>Initiated the project at a school leader conference</p> <p>Guided the science teachers involved in each school in defining goals and activities</p> | <p>Initiated the project at a school leader conference</p> <p>Guided the science teachers involved in each school in defining goals and activities</p> |
| Different arenas | <p>In each school they guided the teachers involved in initiating the project activities</p> <p>Coordinated and moderated schools' activities in workshops</p> <p>Support center was established by merging SCICON School Service and the municipal science consultants into one organization</p> | <p>In each school they guided the teachers involved in initiating the project activities</p> <p>In the final phase of the project they initiated a conference where teachers shared examples of good practice</p> | <p>In each school they guided the teachers involved in initiating the project activities</p> |
| Diverse activities | <p>Defining project activities in each school</p> <p>Initiating and planning municipal workshops</p> <p>Formulating a municipal science strategy</p> <p>Supporting each school in the initial phase of the project</p> | <p>Defining project activities in each school</p> <p>Assessing project activities through quality assessment reports</p> <p>Formulating a municipal science strategy</p> <p>Initiating a conference at the end of the project</p> | <p>Defining project activities in each school</p> <p>Formulating a municipal science strategy</p> |

Table 1 continued

| Characteristic aspects of professional learning networks | Sunflower | Dandelion | Marigold |
|--|--|---|---|
| Intensity, as reported by the consultants | <p>Two mandatory meetings with the participating teachers from each school in the initial phase of the project</p> <p>Municipal workshops, one day per semester</p> <p>Participation in faculty meetings at schools on demand</p> <p>Teachers perceived the intensity of municipal workshops as adequate, but they also argued that there needed to be a balance between activities between schools and within their own school.</p> | <p>Two mandatory meetings with the participating teachers from each school in the initial phase of the project</p> <p>The new consultant met once with the participating teachers from each school towards the end of the project</p> | <p>Two mandatory meetings with the participating teachers from each school in the initial phase of the project</p> <p>The new consultant met once with the participating teachers from each school towards the end of the project</p> |

bi-annual workshop in Sunflower where teachers shared teaching activities was highly valued. One school wrote that "it is important to visit different schools to see different teaching practices. This is an opportunity to reflect on our own practice and to learn what other teachers consider as good practice" (March 2010). A rural school also emphasized the opportunity to be inspired by many different teaching practices: "The science teacher group is small in our school, and it is a great inspiration to meet other science teachers who want to share their teaching experiences. The activities also provide an opportunity to collaborate with external resource staff. This new inspiration is important when we go back to our own school and negotiate with colleagues about designing new teaching activities" (March 2010). In contrast, teachers from Dandelion and Marigold did not comment on collaborative activities between schools because this type of activity was not part of the initial municipal support strategy in the project.

In the initial phase the municipal consultants had two mandatory meetings with the group of participating teachers from each school. This was common practice in all municipalities. At these meetings the municipal science consultant guided the teachers to collaborate on developing goals, activities, and milestones in the project. After the initial phase, the teachers planned activities autonomously within their own school. In this intermediate phase each participating school had their own intensity of meetings where activities were planned and assessed locally in their school. One teacher was appointed as coordinator of the project activities. The coordinator was responsible for initiating and moderating project activities locally, and coordinating and communicating with the other participating teachers, the school principal, and the municipal science coordinator. In this setting each school tried to develop a shared responsibility for the momentum of the activities within the school.

The majority of the teachers in all three cases reported the consultants' guidance of collaborative activities in each school as a success. A teacher from Sunflower wrote that "the municipal science consultants' periodic visit at the school was an opportunity to be informed about municipal support and activities" (April 2010). In Marigold the recruitment of a new consultant resulted in a change in the municipal support that was assessed positively by the teachers. One teacher wrote "during the project there have been some constraints that made it difficult for us to define goals and actions for our collaborative activities. The support from the municipal science consultant was deficient and not very clear at the start of the project. But that changed during the last year. Since then, the collaboration with the new consultant has been satisfactory. Brian's input clarified the direction of our collaborative activities in the school". Another teacher wrote: "The support from the new municipal consultant had great impact on the collaborative activities in our school. His support was inspiring and clarifying".

Although collaborative activities within each school were highly valued by the teachers in Sunflower they also had a positive attitude about the collaborative activities between schools. Some teachers expressed concern, however, about the balance between network activities within each school and between schools: "The scarce resources for professional development must be used most efficiently. And we sometimes need to qualify the science teachers' work in collaborative activities within our own school settings and sometimes need teachers to participate in external activities" (March 2010).

Teachers' need to share knowledge about how different teaching practices might drive them to form collaborative communities without the guidance of the municipal consultant. This was the case in Dandelion where the science teachers' demands for a collaborative network were aligned with those of their school in general. In this case the emergence of

the Rural School Network provided a frame to organize a shared space for the science teachers from these particular schools without the assistance of the municipal consultant.

Variety of arenas, activities, and objectives

In this section we have merged the analysis of two characteristic aspects, arenas and activities, because it is difficult to separate a characterization of various activities from the arenas where they take place. The notion of activities in professional learning networks might be considered to consist only of collaborative activities among participants from different schools (Jackson and Temperley 2007). Yet initiating and sustaining these activities is only part of the municipal consultants' work on the formation of the network. In general the municipal science consultants were engaged in network activities in three different shared spaces: in each school, in collaborative activities between schools, and in the municipal school administration. In most of the participating schools the municipal consultants guided the schools in defining goals, actions, and strategies, but they also engaged in particular activities when they were invited to do so. In Sunflower one school invited Michael to moderate a pedagogical discussion about developing a local coherent curriculum in science for grades zero to six. At the municipal level the consultants organized workshops where teachers from different schools had the opportunity to meet and engage in activities with peers from different schools. This was the case when Carl became a municipal science consultant in Dandelion. Carl organized a workshop where teachers from different schools presented examples of their best practice and engaged in disseminating activities with teachers from other schools. At the municipal school administrative level the consultants engaged, for example, in processes about developing a municipal science strategy. This was one of the first tasks for Brian when he was appointed as the municipal science consultant for Marigold.

The success of the consultants' participation in building networks in the three cases depended on the initial conditions within the municipality and how these changed during the 3-year span of the project. At the point of departure the science consultants in Sunflower municipality had a strategic plan for supportive activities at two levels in the network. First, Michael visited the teachers in each participating school in the initial phase to guide their development of new teaching activities. Second, Peter and Michael arranged collaborative workshops between schools. These workshops provided opportunities for teachers from different schools to share experiences about implementing their teaching activities. The workshops were highly valued in the network, because they provided teachers with opportunities to be inspired by others or assess the quality of their own teaching activities. The municipal support in Dandelion and Marigold in the initial phase differed from that of Sunflower. In both municipalities each school was left with the responsibility for initiating the development of teaching activities. In Dandelion the municipal consultant used the school assessment reports to monitor progress in project activities. In Marigold the organizational restructuring in the school administration diminished the municipal consultant's support for the schools. The municipal support for the schools changed character when Michael was appointed to guide their activities. He was known as an expert science teacher who was very innovative in developing new teaching activities. The guidance consisted of two sessions with the teacher communities in each school but Michael's engagement as a project consultant in Dandelion and Marigold was only a temporary arrangement. The municipal school administrations planned a more permanent solution by recruiting an experienced science teacher from within the municipality. In Dandelion the change came when Carl was appointed as consultant and the

dissemination project was initiated. In Marigold, the new municipal science consultant Brian worked out a strategic plan that consisted of activities for improving collaboration within science teacher communities in each school and between schools. In the latter case the municipal school administration had allocated resources for Brian to use with teachers who wanted to collaborate on developing new teaching activities. The cases show that the variety of initial conditions offered different possibilities for the consultants to reach teachers with different initiatives and at the same time posed challenges to the consultants on how to overcome initial restrictions.

The existence (or not) of favourable conditions cannot, however, be seen as a determining factor in the consultants' participation in the networks. The cases also show that the work of the consultants can impact on the conditions in the school administration. Teachers and schools in Marigold and Dandelion reported that the change in collaborative activities at the municipal level started to contribute to each teacher's own praxis development. The positive outcome of changes in municipal support was based on two important characteristics. First, the municipal school administration had raised schools' awareness about the need for municipal support in building networks. Second, the new science consultants had a strong position in the science teacher community in the municipality. That position gave the consultants easy access to information about the science teachers' needs and demands for municipal support and examples of locally developed teaching activities that might be of interest to other teachers. The municipal consultants were then able to design a municipal support strategy that was in resonance with the participants' needs. In Sunflower the situation was stable. The municipality had a well-functioning consultancy network between the municipal consultant, SCICON's School Service and the local college of education. This network has a sustained tradition of designing activities in resonance with the needs and demands of science teachers in Sunflower Municipality. Therefore, although at the time the project started Sunflower already had a network that brought together different participants in science education activities where the consultant actively participated, the other municipalities' consultants did not participate in activities targeted towards science education. With time, however, their more peripheral participation in the municipal science teacher community changed so that they became central participants in formulating strategies for network development at the municipal level.

Level of intensity

The level of intensity or the relationship between factual activities and participants' perceptions about their engagement and the meaningfulness of activities for their learning and practice can be traced at two levels in the project: the activities within schools, and the network activities among schools. The two levels of activities are interdependent (Jackson and Temperley 2007). We distinguish them here, however, for analytical purposes.

In developing new teaching activities within schools the consultants participated in two meetings in the initial phase of the process to guide the teachers in defining goals, actions, and milestones. They then withdrew to leave the responsibility for the momentum of the activities to the teachers themselves. In this intermediate phase the consultant in Sunflower participated in meetings at the schools on demand. In Dandelion and Marigold the consultants' support for the schools was sparse. In Dandelion the consultant used the school assessment reports to evaluate whether further guidance in each school was needed. The schools reported that they lacked opportunities to meet with peers to share knowledge about how the other participating schools had developed their teaching activities. In Marigold the consultant was overburdened and not able to deliver support. The situation

changed, however, when the new science consultants Carl and Brian were appointed to Dandelion and Marigold respectively in the final phase of the project. One of their first tasks was to map the teachers' need for municipal support and organize municipal workshops accordingly. Some teachers in the two municipalities reported that the new consultants' support in the final phase of the project changed the quality of the activities in their own school. "The new consultants participation was inspiring and clarifying, and helped to give the collaborative activities in our school direction", as one teacher wrote.

In the network activities between schools the municipal consultant played a more dominant role in planning and moderating activities. In these instances the municipal consultant was responsible for hiring instructors for the workshop and planning follow-up activities. The instructors were either teachers from within the network who presented examples of teaching activities developed in their school, or external resource staff with a particular knowledge useful for developing new teaching activities within the network. In Sunflower the frequency of workshops between schools changed during the project. In the initial phase the municipal science consultant met with all the teachers from the participating schools twice within 2 months to share ideas about developing activities in their own school. Later, in the intermediate phase, one workshop was held per semester. In this phase the purpose of the workshops changed from developing ideas and activities to sharing knowledge about the best activities from different teachers' practice. Two schools wrote in their group assessment report that there needed to be a balance between activities locally in each school and in municipal workshops between schools; otherwise there was a risk that the teachers would opt out of network activities at the municipal level. This issue related to the total amount of resources teachers had to invest in network activities within their own school and between schools. In general, teachers wrote in their response more often about the quality of collaborative activities within their own school than about collaborative activities between schools. Those teachers who did write about the balance of network activities in their own school and between schools emphasized the importance having the opportunity and time to translate other examples of good practice into their own practice. In Dandelion and Marigold there were no municipal workshops in the intermediate phase of the project owing to the various circumstances reported in the case descriptions. In Dandelion the participating rural schools reacted to this situation by organizing a collective space where teachers from the participating schools had the opportunity to meet and share examples of good practice. The municipal consultants' support changed for the better, however, when Carl and Brian were appointed towards the end of the project, as reported above. Their increased support was perceived as positive by a majority of the participating teachers.

The municipal science consultant

In this paper we presented a study of municipal science consultants' role in initiating, moderating, and maintaining networks between science teachers in primary schools. A conceptual framework about professional learning networks was developed to provide an analytical tool for characterizing municipal science consultants' participation in science teachers' network in three different municipalities. A professional learning network is characterized by sustained collaborative activities, in a variety of arenas, with a diversity of types of activities aimed at different objectives, with different intensity levels. Three cases of network formation in three Danish municipalities exemplified different conditions for the formation and sustainable development of networks, and evidenced different

possibilities for the municipal consultants' participation in the network formation. The cases were constructed in an abductive process from three data sources that were triangulated to combine the teachers' perspective with the municipal science consultants' perspective about network activities at two levels: within schools and between schools.

The municipal science consultants were engaged in network activities in three different shared spaces: in each school, in collaborative activities between schools, and in the municipal school administration. In most of the participating schools the municipal consultant supported teachers in defining their goals, actions, and strategies, but they also engaged in particular activities when they were invited to do so. At the municipal level the consultants organized workshops where teachers from different schools had the opportunity to meet and engage in activities with peers from other schools and external resource staff. The latter were invited to present teaching materials or curriculum materials that were then made available for the participating teachers to adapt to their own teaching practice. The teachers met subsequently to share knowledge about experimenting with the same curriculum material in different teaching practices. At the municipal administrative level the consultants engaged, for example, in processes for developing a municipal science strategy.

In the text we have used the terms *role* and *participation* to refer to the involvement of the consultants in the network formation. The notion of an actor's *role* was used to recognize the formal position and consequent entitlement to social and material resources available to municipal consultants given their function in the school administration. Such a formal view of the consultants' role, however, is problematic because it is not sufficient to grasp the nuances of consultants' practices in the network. For example, if the role of consultants was enough for them to promote an improvement, the first consultants in Dandelion and Marigold municipalities would have been successful. But as we have shown, their formal position was not enough to facilitate the consolidation of professional learning networks in those two municipalities. As pointed out previously, and following Holland (2001), the term *participation* allowed us to highlight that the formal positioning needs to be thought of in terms of its unfolding through the consultants' engagement in various network activities in relation to teachers, local educational authorities, and other participants. Such involvement is a means to characterize the municipal consultants' role as a practiced identity that embodies their dispositions, social identification, and personification through their participation in the network. It also facilitates the establishment of new relationships and sustained activity among participants. This form of participation is what the literature adopting the perspective of communities of practice calls the *broker* (Wenger 1998) and what social network literature calls the *bridger* that mediates communication between several communities of practices (Jewson 2007). Brokers or bridgers are important catalyzers of activity due to their activity inside and in the borders of communities and networks.

There is no simple answer to what productive forms of participation are for the municipal science consultant in terms of investing in the creation and consolidation of professional learning networks of science teachers. These cases illustrate, however, that municipal science consultants' participation in the successful formation of professional learning networks is characterized by four common traits. First, the municipal science consultant has personal stable contacts in the local science teacher community that enable him or her to initiate network activities in resonance with the participants' needs and demands for municipal support. Second, the municipal school administration allocates resources for collaborative activities between schools, and the consultant mobilizes the resources to reach the teachers. Third, the consultant and the municipal school

administration develop a strategic plan for municipal support for each school and collaborative activities between schools. Fourth, the consultant facilitates the development of new teaching activities either within teacher communities in each of the participating schools or in collaboration between teachers from different schools. These cases show that a municipal consultant's participation as a broker or bridge who mediates between local policies and frames and teachers' organizations is an extremely important resource for constructing professional learning networks for school science improvement.

An afterword

In conversation with the colleagues who wrote a forum piece for our paper it became evident that the focus of our paper left aside the politics of school improvement in this historical time. One of the effects of power of the growth of research in science education and its appropriation by neoliberal agendas for the steering of education is the reliance on the "expert" as a source of evidence-based knowledge for the transformation of ill-practiced teaching. Whenever we are dealing with issues of transformation of teaching and teachers' work, we always have to remember that science education practices are not only socio-cultural, but also highly political. In our paper the participation of the consultant in facilitating professional learning networks can easily be interpreted as an attempt of de-professionalizing teachers by highlighting the centrality of expert consultants. In many countries consultants belong to private enterprises that offer services to schools for improving education. They could also be part of educational bureaucracies that linearly control and nurture desired behaviors. The rationality of consultancy firms and bureaucracies and their experts cannot necessarily be reconciled with the rationality and desires of professional communities such as those of school teachers. We find important to locate the particularities of our study in the historical constitution of schooling in Denmark. Not to go far away in time, the opening of a formal position for a municipal subject matter consultant emerged at the beginning of the 2000's as a result of a growing emphasis in the folkeskole, to pay more attention to the subject matter dimension of teaching practices. This may be associated to the effects to PISA studies in promoting changes in the Danish social-democratic organization of education (Dolin and Krogh 2010). From the time in which the consolidation of a mass education system was part of the political process of democratization and achievement of equality in Denmark, the educational system has trusted on the professional judgment of teachers. Educated as generalist teachers in colleges of education, Danish folkeskole teachers have been seen as the people who best know how to deal with all aspects of education in the folkeskole. The Danish pedagogical tradition that built on the thinking of Nikolaj Frederik Severin Grundtvig (1783–1872) and on the German tradition of *Bildung* was a project of enlightenment through a balance between scientific knowledge and the liberal arts, for the formation of the citizen of the Danish state. The administration of local education is centralized in a national formulation of goals and competences to be achieved, but the concrete organization of education is localized as part of municipal educational authorities. Since municipalities fund all schools (even "private" schools receive up to 80 % of public funding), the municipal administration and schools are closely related. The flat structure of the school administration as well as of schools has allowed for teachers who want to work at a municipal level to enter the public administration as consultants. The philosophy of having teachers involved in the political decisions in the administration, as well as on particular facilitation posts such as that of a subject matter consultant have built on the adherence to the professionalism of teachers. While in

some other countries the experts of the public administration of education are bureaucrats, in Denmark these people have been members of the local teacher community and are perceived as peers by teachers. We are not claiming that there is not a growing tendency to implement expert systems in the Danish school system, particularly those that appeal to the discourse of evidence-based solutions to educational problems. We are pointing to the fact that the qualifications and closeness of a Danish science education consultant to teachers is to be understood as part of a tradition of non-hierarchical school organization rooted in the belief on the professionalism of teachers. In this sense, the politics of being a consultant are played differently in Denmark than what may be the case in other places in the world.

References

- Busch, H., & Sølberg, J. (2004). *Mars 2003 og dansk rumfart—forskningsrapport fra ITMF-projekt 138* [Mars 2003 and Danish space exploration—research report on implementing ICT in public schools.]. Copenhagen: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag (Danish Pedagogical University).
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. London: Sage.
- Darling-Hammond, L. (2005). Policy and change: Getting beyond bureaucracy. In A. Hargreaves (Ed.), *Extending educational change* (pp. 362–387). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Davis, K. S. (2003). 'Change is hard': What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87, 3–30.
- Dolin, J., & Krogh, L. (2010). The relevance and consequences of PISA science in a Danish context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 565–592.
- Holland, D. (2001). *Identity and agency in cultural worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jackson, D., & Temperley, J. (2007). From professional learning community to networked learning community. In L. Stoll & K. S. Louis (Eds.), *Professional learning communities: Divergence, depth and dilemmas* (pp. 45–62). Maidenhead, England: Open University Press.
- Jewson, N. (2007). Cultivating network analysis: Re-thinking the concept of 'community' within 'communities of practice'. In J. Hughes, N. Jewson, & L. Unwin (Eds.), *Communities of practice: Critical perspectives* (pp. 68–82). England: Routledge.
- Lieberman, A. (2000). Networks as learning communities. *Journal of Teacher Education*, 51, 221–227.
- Ostermeier, C., Prenzel, M., & Duit, R. (2010). Improving science and mathematics instruction: The SINUS project as an example for reform as teacher professional development. *International Journal of Science Education*, 32, 303–327.
- Richmond, G., & Manokore, V. (2011). Identifying elements critical for functional and sustainable professional learning communities. *Science Education*, 95, 543–570.
- Sillarsen, M. K., & Valero, P. (2011). *Naturteknik og den naturfaglige kultur i skolen* [Primary science teachers' teaching culture]. Bjerringbro, Denmark, House of Natural Science. Retrieved March 15, 2012 from http://www.naturviden.skaberneshus.dk/UserFiles/file/NaTeKu_projekt,%20slutevaluering,%20NVH.pdf.
- Sillarsen, M. K., Valero, P., & Sørensen, S. C. (2010). Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik [Primary science teachers' conditions for building a teaching culture]. *MONA: Matematik Og Naturfagsdidaktik*, 2010(2), 7–22.
- Van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 137–158.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Exploring the effects of developing collaboration in a primary science teacher community

Martin Krabbe Sillasen

VIA University College

&

Department of Education, Learning and Philosophy

Aalborg University, Denmark

msil@viauc.dk

Referencer i artiklen findes i referencelisten i slutningen af artiklen. Figurer og tabeller er nummereret, så de fremstår med numre, der ikke følger den øvrige afhandlings figurnummerering. Henvisninger i brødteksten i artiklen refererer kun til figurer og tabeller i artiklen.

Abstract

This paper presents findings from a qualitative study to explore factors that may facilitate sustainable changes of collaboration in a primary science teacher community in one school. The context for this study is a development project aimed at improving science teaching by changing teacher's collective work in schools and developing network between schools. The objective is to improve the collaboration within primary science teacher communities on sharing best practice and developing new ways of teaching. This study represents an in-depth approach to explore possibilities and constraints for how a development project can facilitate sustainable change in primary science teachers' collaboration.

The purpose of the research project introduced here is to examine closer, why many development projects fail to produce sustainable results. The framework of McLaughlin and Talbert (2006) on *Building teacher learning communities* is introduced to investigate factors that may facilitate sustainable changes of the collective work in science teacher communities. Examples on how McLaughlin and Talbert's analytical framework is used as a diagnostic tool are presented. Such an analysis provides a vantage point for researchers to outline potentials and constraints in a schools effort to transform the culture of the primary science teacher community

Introduction

In the Danish primary and secondary school system the collaboration between science teachers is characterized by practical issues, e.g. maintaining laboratories and teaching materials. These tasks are well organized in most Danish schools (Andersen, 2006). But research has shown that primary science teachers lack the opportunity to engage in collaborative processes, where focus is sharing best practice and development of new ways of teaching (Abell & Lederman, 2007; Sørensen, Horn, & Dragsted, 2005). This means, that the prevailing culture in many schools is one of individualism and lack of collaborative processes about pedagogical innovation. Within a Danish context it has been suggested, that to achieve and maintain a high level of quality in science teaching, it is necessary to develop the collaboration in science teacher communities. This collaboration should focus on sharing best practice, norms, values and collaborating about new ways of teaching (Andersen, 2006; Sølberg, 2007).

Evidence of the effect of developing teacher communities

Developing teacher communities in schools align with empirical evidence of the most effective strategies of teacher professional development. Statistical studies aimed at, among other, estimating the effect of professional community on student outcomes support the hypothesis that students do better in schools where teachers take collective responsibility for the success of all students. They also provide evidence that students' socioeconomic background had less effect on their outcome of education if their teachers were engaged in collaborative teacher environments (Lee & Smith, 1996; Lee et al., 1997). In their large-scale study conducted in England, Bolam et al. compared professional learning community characteristics with student outcome from a national pupil assessment database. They found that there was a statistically significant relationship between student outcome in schools where developing and planning curriculum activities is collective work in a teacher community (Bolam et al., 2005). In another study researcher's found evidence that students performed better in schools where teachers collaborated to develop and assess teaching interventions (McLaughlin & Talbert, 2006). A national survey in Denmark supports this evidence (Mehlbye & Ringsmose, 2004). They identified several factors that characterized high performing schools, e.g. a collaborative teacher community; leadership that involves the teacher community in decision processes; an organization within the school where division of responsibilities are well structured; and a school that is open to new innovations. These empirical data provide evidence that developing teacher communities in schools can generate improvements in teachers' performance which in the end has a positive effect on the student outcome.

Developing sustainable teacher communities

The development of teacher communities can influence teachers' motivation; provide extra resources for teaching; create spaces for sharing best practice; and increase reflexivity on pedagogical issues among teachers in the community. This can prompt change in the way that science teachers teach and think about teaching science. However, many development projects focusing on changing teachers' attitudes and work routines fail to succeed these objectives. Teachers involved in change processes often revert to their former work routines as the development project ends, and resources and the external pressure within the development projects stops (Fullan, 2007). But what characterizes a development process that can generate sustainable changes within a teacher community? I have adapted McLaughlin & Talbert's framework (2006) on *building school-based teacher learning communities* to investigate factors that may facilitate sustainable changes of the local science culture in a primary science teacher community. The results presented in this paper are based on a qualitative study of developing a primary science teacher community in one school. The objective of the development project is to provide better opportunities for primary science teachers in schools to collaborate about curriculum development and new ways of teaching.

The Nateku-project

The context for the research presented here is a development project co-funded by the Ministry of Education in Denmark and 4 municipalities with a budget of approximately 800.000 Euros. The development project, called the NaTeKu-project, is a 3-year project that was initiated in 2007. The NaTeKu-project involves 80 primary science teachers in 20 schools in 4 municipalities. The primary objective is to develop collaborative processes in primary science teacher communities in the participating schools to facilitate sustainable change of the collective work. The secondary objective is to develop scaffolding structures in each municipality that can support networking between teachers from different schools. Networking provides opportunities for teachers to compare different models of collaboration and to share knowledge about curriculum development. Stakeholders in this process are the municipalities, local science centers and science coordinators associated to each municipality. The managing body of the NaTeKu-project is the House of Science (www.naturvidenskaberneshus.dk) which is part of the National Center for Education in Science, Technology and Health-science (www.nts-centeret.net). Project-managers from the House of Science support the scaffolding process in each municipality as well as in each of the participating schools.

Research focus

The scope of the research reported in this paper is not concerned with whole school development, but is limited to a study of a primary science teacher community in one particular school. Researchers have been involved from the early stages of the NaTeKu-project. They will follow the developmental process and its impact on changing the collaboration in primary science communities in the participating schools as the project progresses.

This will provide the opportunity to investigate:

1. *What are the possibilities and constraints for developing the collaboration in primary science teacher communities?*
2. *How does the content of the collaborative work in a primary science teacher community make sense to individual science teachers own practice?*

Theoretical framework

McLaughlin & Talbert's notion of a *teacher learning community* is a shared space, where teachers work collaboratively to reflect on their practice, examine evidence about the relationship between practice and student outcome, and make changes that improve teaching and learning for the students in their classes (McLaughlin & Talbert, 2006). A teacher learning community is positioned at the "meso-level" between the "macro" or system-level and the "micro-level" of realities in the classroom. It represents a shared space where teachers can negotiate and interpret information from the larger educational system. In this sense the teacher learning community allows teachers to connect their work to larger system context. A strong teacher learning community is one that focuses on improving practice, shared accountability, establishing ownership of the development process among most of the members of the community (McLaughlin & Talbert, 2006). Their notion of building a teacher learning community resonates with the objectives of the NaTeKu-project as well as the previous discussion about sustainable collaboration in primary science teacher communities that focus on sharing best practice and developing new ways of teaching. There is, however, a difference between developing primary science teacher communities in the NaTeKu-project, and building a teacher learning community as described by McLaughlin and Talbert. That is, none of the primary science teacher communities in the NaTeKu-project examines evidence about student outcome as a starting point for developing collaborative work. Their entry point is to analyze current collaborative efforts about planning curricula and teaching. The second step is to inquire and negotiate what elements of their collaborative work can be improved, and how they can improve it. The third step is then to realize initiatives and assess how they improved their collaboration at multiple levels in the community. During all three steps the municipalities organized network-meetings, where teachers

shared knowledge with teachers from other schools participating in the project. This model was a deliberate approach to allow different teacher communities to organize their own collective work within schools, and then to network with teachers from other schools to compare collective initiatives. It is crucial to engage all teachers within a community in the process of designing the change initiatives, because if the change is to be sustainable, teachers need to develop ownership of the collaborative activities. Fullan argues that

...implementation and continuation [of change processes] are not just technical problems. Even the best technical ideas, in the absence of passion and commitment, do not go very far. ... unless [teachers] are bound together by a moral commitment to growth, empathy, and shared responsibility, [they] are as likely to replicate the prevailing school culture as to change it. (Fullan, 2007)

Following this argument it is important for the managing body of the developmental process to consider, how they can construct a scaffolding structure within the project to support stakeholders at all levels in their process towards the objectives of the developmental process. In their model McLaughlin and Talbert (2006, chp. 3) outlines three important factors that support the process of changing a school culture:

1. *Teacher learning community development, spread and sustenance depends on proactive leadership within and outside the school.* In the NaTeKu-project there are four levels of leadership, two outside and two inside the school. Outside the school the managing body of the project and municipal science coordinators collaborate on creating scaffolding structures that supports the developmental process on each school. Inside each school the principal and “community coordinators” play different roles in scaffolding the developmental process.
2. *A teacher community of practice develops through joint work on curriculum development and new ways of teaching.* The entry point into the change process can e.g. be a subject like primary science. That is the case of my research. In the following analysis of a primary science teacher community I present indicators of potentials and constraints for developing the collaboration between teachers.
3. *Teacher learning in a community depends on how well the collaboration is designed and guided.* That is to say how well organized an effective learning environment is created for the teachers. The crucial point is how well activities are organized within the school, and what kind of scaffolding structures have been constructed to support networking between schools in the NaTeKu-project?

In their research McLaughlin and Talbert found that teacher learning communities move through a number of developmental stages to become strong, and that the transition between these stages

depends on how a teacher learning community address challenges that relates to all three factors listed above (McLaughlin & Talbert, 2006). In this study there are given examples on how McLaughlin and Talbert's analytical framework is used, as a diagnostic tool, to determine, how well the development process is implemented in a primary science teacher community. Such an analysis provides a vantage point for researchers to outline potentials and constraints in a schools effort to transform the culture of the primary science teacher community.

Methodology

In the qualitative studies in the NaTeKu-project, communities of primary science teachers in three schools were asked to participate. These schools were chosen on the basis of a quantitative survey that provided broad categories of answers to the research questions. This included information about the primary science teachers characteristic and attitudes about collaboration in different contexts as well as general trends of their teaching. The major challenge in the qualitative research process was to build trustful relationships with the primary science teachers to collect information about their collaboration. First I observed a particular primary science teachers' daily work during 6-8 days. These observations allowed me to study the primary science teachers' relationships with other teachers in the primary science teacher community and their joint activity, actions, rituals, use of language and artifacts. These elements provided important inferential keys to the primary science teacher community under study (Miles & Huberman, 1994). Based on observations I interviewed key-informants with-in and outside each primary science teacher community. In these interviews informants acted as co-interpreters of my previous observations of relationships, events, actions or use of artifacts. In this perspective, events that I, as an observer, and the informant, as an actor, participated in forms a common reference in the interview (Kvale, 2004).

Setting the Scene

One of the schools in the qualitative study is chosen to illustrate how McLaughlin and Talberts' framework can be used as a diagnostic tool to determine the schools effort of changing the local scientific culture in their primary science teacher community. All names the following presentation are pseudonyms.

The school is situated in village in a rural district in the western part of Denmark. The population consists of many middle- and few low in-come families. In the village there are small and middle sized industries, where many local people are employed. In the rural district around the village there are many farms of various sizes. There are 400 students in the school, ranging from grade 0 to grade 9. The school employs about 35-40 teachers. They are organized in three departments related to different grade levels (Lower department: grade 0.-3., Middle department:

grade 4.-6. And Upper department: grade 7.-9.). Each department has autonomy to make decisions about cross-curricular activities. Primary science is taught from grade 1 to grade 6. There are some transitions of science teachers between the departments. This means that the primary science teacher community includes teachers from all three departments.

Two experienced science teachers' had the role as coordinators in developing the primary science teacher community in the NaTeKu-project. They organized activities and provided supervision for the other participants in the development process. Peter is one of these coordinators. He usually teaches biology and physics in the upper department (grade 7.-9.). Peter does not teach primary science in the other departments. But he is one of the driving forces in the schools effort to develop a coherent scientific culture. The schools participation in the NaTeKu-project provided resources and a scaffolding structure to support this process. Peter is a key-player, because he acts both as a moderator of the joint activities in the primary science teacher community, as well as being a mediator of the dialogue about developing the science culture with the science teachers in the upper department. Susanne is the other coordinator. She teaches primary science in both the lower department (grade 0.-3.) and the middle department (grade 4.-6.). She is recognized as a very competent primary science teacher in the community. Her colleagues talk about her creativity in developing new ways of teaching as well as challenging students on their communicative skills in science. She is also considered to be a teamplayer in collaborative situations. In these aspects she acts as a rolemodel for many of the other primary science teachers.

Peter and Susanne complement each other in their central position in the developmental project. Peter is more structured and able to keep focus on the objectives of the change process. Susanne is very good at challenging their usual work routines and come up with new ways of teaching or topics that they can collaborate about. Their collaboration with each other and other teachers in the community is vital for developing collective activities. The school-principal delegated all decisions about the implementation of development objectives to stakeholders within the primary science teacher community. Peter and Susanne are key-players in the process of negotiating what and how development activities should be implemented in the primary science teacher community. Their role is also to engage the other primary science teachers in the development process.

Findings

In this section some findings about possibilities and constraints of developing collective activities within the science teacher community is presented. The findings relates to the three dimensions of McLaughlin and Talberts framework. In the last part of the section the teachers own assessment of the outcome of the development project are presented and discussed.

Supportive leadership to develop the teacher learning community

Research shows that supportive leadership is important for the success of educational change processes (Fullan, 2007; Hargreaves & Fink, 2006). As discussed earlier there are four levels of leadership in the NaTeKu-project. In this section I will elaborate on the two levels inside the school: The role of a community coordinator and the principal.

The role of a “community coordinator”

Research on community-building in business has shown that a skilled *community coordinator* is a key-factor in developing an effective community of practice (McLaughlin & Talbert, 2006; Wenger, McDermott, & Snyder, 2007). The coordinator work both to organize the community’s work and to building an effective learning environment for the community. In the particular case presented here Peter and Susanne share the role of being community coordinators in activities in the NaTeKu-project. Peter focus on both organizational issues and building the collaborative practices. The following excerpt shows what role he plays:

I: What has participation in the NaTeKu-project mattered for the primary science teachers in this school?

Peter: It means that we have focused on developing new ideas about teaching and what we want to improve. For example is working with innovation something new. [...] But we have also started to work on developing a curriculum that creates coherence between primary science in the middle department and other science subjects in the other department.

In this excerpt Peter argues that they have focused on two activities in the NaTeKu-project: Developing new teaching ideas (innovation as a curriculum topic) and creating a coherent curriculum that will ease student transitions between the different departments. The teachers in the community agreed to commit to a collective curriculum that covered 50% of the teaching in primary science. This is a big issue for many teachers in Denmark, because there is a long tradition about teacher-autonomy in planning their teaching. Peters’ role as a community coordinator includes promoting communication between members and departments, to ensure that all are informed about the progression of the community in different departments. However, there are problems with Peter’s role as a community coordinator. When I asked another primary science teacher, George, whether he participated in the development project, he answered: *Yes I do [...] but I don’t actually know who the coordinator is [...] I assume that its’ Peter. But it is a long time since I heard from him about the project.* George expresses doubt about who the coordinator in the project is, and that it is a long time since he was involved. George is associated to the lower department which is physically isolated from the other departments. They are situated in their own building. This means that George does not have a daily contact with the other primary science teachers involved in the project. So collaboration and discussions with other primary science teachers are scarce, compared to other primary science teachers in the community. These

problems expose two important constraints in the process of engaging all primary science teachers in the community in the developmental activities. First, it is crucial for all stakeholders in the development process to be informed about who has the role as community coordinator, and what his or hers tasks are. Clear information about division of responsibilities is crucial for all stakeholders to develop ownership towards the development activities. In the excerpt George states that he is not well informed about who the community coordinator is, and what his own responsibility is. Second, Georges' association to the lower department imposes a structural constraint on his possibility to engage in daily discussions with other members of the primary science community. For Peter, as the community coordinator, it is important to spread communication about community activities to ensure that e.g. George develops commitment towards the collective activities within the primary science teacher community.

Susanne's role as a coordinator is more to mediate ideas about best practice and inspire others with new tools and ways of teaching. The following excerpt is an example of how another community-member perceive Susanne's role:

Paul: Because of our good collaboration in primary science it becomes visible to other teachers what is going on in this subject. She [Susanne] is very creative on teaching and presenting student products. And to get her classes engaged in external teaching activities. So it becomes very visible that we are active in primary science out here. If you walk down the corridor there are many student products from primary science visible. It is difficult not to sense that it is an important subject.

I: How does Susanne's creativeness affect you?

Paul: Well, it does a little bit,[...] I think that in some way or another you want to surf on the wave that she has produced.

Paul is a young teacher and a newcomer in the community. He is building his identity as a teacher. We can infer that Susanne's creativity inspires Paul to develop his own professional identity.

Principals' role in transition phases and creating space for collaboration within in school organization

The principal and vice-principal play an important role in supporting change processes. They work along the line of decentralizing decisions to teacher communities about issues that are meaningful for the teachers to express an opinion about. That includes decisions about engagement in and planning of developmental processes. The following excerpt exemplifies how the principal works on creating space for developing teacher-collaboration within the school:

Principal: Teachers' engagement in decisions about issues that affects their daily work ensures that they have ownership towards the joint practice of the school. That also includes the primary science teachers' participation in building their community. We [the principal and vice-principal] helped to initiate the developmental project in the primary science teacher community, but withdrew quickly from the negotiations to ensure, that the teachers

developed their ownership. But we helped them in formulating the objective on developing a coherent curriculum in science within and between the departments.

This excerpt shows that the principal was engaged in the beginning of the development project. Actually he initiated the process, because participation in the project was offered by the municipality. And then the principal saw it as an opportunity to develop the collaboration within the primary science teacher community further. After deliberations with the principal, the primary science teachers took initiative and developed their ownership towards the objectives of the development project.

However, the principals' quick withdrawal from designing the development activities also posed a constraint. McLaughlin and Talbert (2006, chp. 4) discusses how proactive leadership is important in all phases of developing a teacher learning community. This is in particular crucial in the early phases of the process of negotiating how development activities are designed and what roles should be played by different actors in the community. In the community under study, the principal withdrew too soon from these negotiations, leaving the responsibility of the negotiation to the community members. The consequence was that not all members of the community were well informed about division of responsibility of the collective activities, and what the role of the community coordinator was, as discussed earlier.

The activity of developing a coherent curriculum within and between the departments is only one amongst several activities that teachers in the community are engaged in. The teachers do not engage equally in all the activities. The principal argues: *Most of the teachers in the science teacher community are core-members in at least one activity. It is a success that so many teachers are committed to the activities in the community.* However teachers' different position in different activities also poses a problem, because a particular teacher that plays an active role in one activity needs to be kept informed about other activities if she/he is to play a peripheral role in these. I observed that this basic level of information transfer was not always present with all members in the community. The principal reflected: *I have to reassess my role in initiating and defining development activities in the future. It is very important that all members in an activity are informed about the objectives, division of labor and who is responsible for the activities.*

Another example of the principals' role in developing the primary science teacher community is in moderating the transition between different stages of the culture. A few years back he initiated a development process about mapping the different ways of teaching primary science in the school. The objective was to moderate a discussion about how the primary science teachers could collaborate more. The teaching culture was individualistic at that time. Many old teachers taught primary science, and they argued that they could not see the value of sharing knowledge about teaching in primary science. Peter and Susanne argued: *The old teachers were used to planning and teaching being a private matter.* But an opportunity to change this culture appeared

because many new teachers that teach primary science were employed in the following years. The young teachers were more interested in sharing knowledge about planning and teaching primary science than the old teachers. And then the NaTeku-project provided the opportunity to develop joint activities within the primary science teacher community. The principals' engagement in initiating the development processes proved to be vital to transform the culture within the primary science teacher community.

The dynamic structure of collaboration within the science teacher community

There are some characteristics about the dynamic structure of collaboration within the science teacher community.

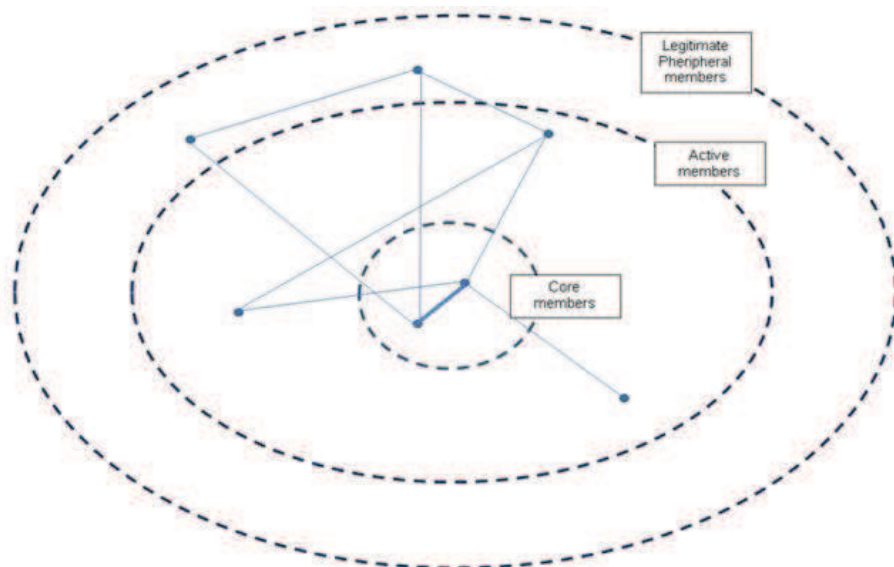
First, the core of collaboration in the science teacher community is developing a variety of curriculum and teaching activities. In general there were two levels of collaboration between teachers in the activities. The first level of collaboration was in *micro-communities* where teachers collaborated in small groups on developing joint teaching activities. Teachers in the community valued collaboration in micro-communities because it was a shared space where they could discuss not only practical and pedagogical issues of their teaching practice, but also personal aspects of their life. I observed that teachers in micro-communities were more open about discussing attitudes and values about issues that related to the school culture. In this sense, micro-communities can be a secure space where teachers negotiate their attitudes with colleagues with whom they share personal relationships. The second level of collaboration was *large scale collective activities* that engaged many teachers in the science community from different departments e.g. in developing a coherent curriculum in science. Large scale collective activities were often initiated by the school principal in collaboration with a few teachers that would act as community coordinators for this particular activity.

Second, the *dynamic* notion emerges from observing that the structure of collaboration can have different *configurations* within the teacher community depending on teachers' involvement in different activities. Each configuration corresponds to different activities in the community and reflects that teachers are more or less active in the different activities.

Third, in one particular configuration of collaboration (e.g. the activity of developing a coherent curriculum) there are three degrees of *membership* (see figure 1): Core members, active members and peripheral members (Wenger et al., 2007). *Core members* are teachers that take on a pro-active role in activities that constitutes a particular configuration of collaboration. They often initiate actions within the activity and play the role as community coordinators. In the particular configuration presented in figure 1, the role as community coordinator was divided between Peter and Susanne. As the community matures core members will take on the leadership, and move the community along the learning agenda of the activity. *Active members* play a re-active role in

activities. They will attend the activities regularly and play an auxiliary role in collaboration with the core members. *Peripheral members* rarely play an active role in activities. They will watch the interaction that takes place between the core members and the active members and show moderate interest for the activity. As teachers' collaboration progresses over time some micro-collaborative environments might mature and produce examples of good practice and teaching.

Figure 1: Structure of collaboration of one activity in the community. In this case the activity of developing a coherent curriculum. Each dot represents a member of the community and each line represents a micro-community. A member of the community can have different degrees of memberships in different configurations of collaboration. In this particular configuration there are two core members, three active members and two peripheral members.



Fourth, the strength and quality of collaboration in the science teacher community depends on teachers' mutual engagement in collective activities and that they can have different positions in different configurations of their collaboration. Wenger argues that mutual engagement in collective activities is important for the sustainable development of the community (Wenger, 1999-2002). But as Susanne reflected: *It is not possible to be equally engaged in all activities in the community. You can be active in some activities and that have a more passive role in other activities.* This argument resonates with Wengers argument that diversity in community-members involvement is an important quality of mutual engagement.

Teacher collaboration on developing a coherent curriculum in primary science

The primary science teachers and the principal agreed on that developing a local coherent curriculum in science within and between the departments was the primary objective of the development process. This included that teachers' within the primary science teacher community started to collaborate about sharing best practice and developing new ways of teaching. But this shift from working individually to collaborating about planning and teaching was difficult, as can be seen in the following excerpt:

Susanne: [...] it's an interplay. If I bring something, and sense that I get nothing in return, then the collaboration slowly seeps out. So collaboration is a question of equal engagement in some sense.

Susanne argues that mutual engagement is important about developing the collaboration. Said in another way, lack of mutual engagement poses a constraint on developing collaborative activities. Another example concerns her perception of collaborating with a science colleague in a micro-community:

Susanne: Regarding 6th grade. There Karen and I collaborate closely about planning and teaching in the two classes. Thus when Karen has taught about rocks, then she will come back and discuss what went well and what went bad [...] that is, we have a much closer collaboration now about sharing practice. Because this is what we agreed on. It also means that we talk a lot more together now about teaching.

Susanne emphasizes the quality of collaborating closely with a colleague about the teaching in primary science. Her collaboration with Karen focused both on assessing teaching, planning and developing new ways of teaching. In interviews and observations I found, that the teachers in general emphasized the interplay with other science colleagues in micro collaborative environments in their daily work. What this means in relation to the objective of the developing the primary science teacher community as a whole, is that collaboration about sharing best practice and new ways of teaching must build on the teacher relations created in micro environments. Otherwise there is a risk that the collaborative processes cannot give meaning to the individual teachers own practice in primary science. The joint effort of Peter and Susanne as community coordinators in the development process is crucial for this process to succeed. And they have to keep up the process over long time, because progress can be slow (McLaughlin & Talbert, 2006). But research has shown, that over time teachers come to see themselves as members of a professional community within the school (Stein, Silver, & Smith, 1998).

Outcome for teachers and students

In the third phase of the NaTeKu-project, the teachers assessed how the development of collaborative activities affected their collective as well as individual practice. In a group-interview the teachers and principal were asked to validate McLaughlin and Talberts' model as a diagnostic

tool to assess the development of their community. Susanne argues that the model emphasizes the necessity to activate peripheral members to develop a shared responsibility and ownership towards the collective practice in the community:

Susanne: The model makes good sense in explaining the different roles people can have in different activities. It also emphasizes that active members in the community and the principal have to focus on activating peripheral members of the community. If some teachers tend to be peripheral in many activities it is difficult to develop a shared responsibility and ownership to the collective practice of the community.

But both teachers and the principal agree that Susanne's point represents a minor problem because many teachers in the community are involved in diverse activities and they play different roles in various activities. The principal argues that there is a strong sense of shared responsibility and ownership in the community because most of the teachers play an active role in at least one of the various large scale collective activities. However, as the principal argues, activities that are initiated to improve to collective practice in the community have to be meaningful to each member otherwise there is a risk that the teachers engagement in sustaining the community becomes superficial. On the other hand the principal argues: *If the collective activities are important to each teacher's own practice, then the members might sense a strong connectedness to the culture in the community.* The principal's argument outlines an important criterion for developing collective activities within the community that makes sense in each individual members own practice.

Teacher's collaboration about developing a coherent curriculum is an example of an activity that stimulates the community members to sustain the community. In their final assessment community members concluded *that developing the coherent curriculum stimulated an increased responsibility towards the collective practice in the community.* They also argued that coherence in curriculum-activities between all departments has an impact on students learning outcome. Indications of this is that students transited from e.g. grade 6 to grade 7 act more competent in reflecting scientifically with procedural and declarative knowledge.

Concluding remarks

The findings presented here show how the data provided the researchers with information about possibilities and constraints on developing collaborative work within a particular primary science teacher community. This information is important to assess what actions to take to ensure success in achieving the objectives of a change process. A summary of all the findings have been reported back to the school and the managing body of the project to help guide specific initiatives. The framework of McLaughlin and Talbert's address many factors that are important to consider in changing the local science culture of a science teacher community. Data from this analysis will help to answer the research questions.

References

- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Andersen, N. O. (2006). *Fremtidens naturfag i folkeskolen: Rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen* [Science in the public school in the future: report from the Committee to preparation of an actionplan for science in the public school]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Bolam, R., McMahon, A., Stoll, L., Thomas, S., Wallace, M., & Hawkey, K. (2005). *Creating and sustaining effective professional learning communities*. Retrieved April, 20, 2008.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. New York: Teachers College Press.
- Hargreaves, A., & Fink, D. (2006). *Sustainable leadership*. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass.
- Kvale, S. (2004). *Interviews. an introduction to qualitative research interviewing*. London: Sage Publications Inc.
- Lee, V. E., & Smith, J. B. (1996). Collective responsibility for learning and its effects on gains in achievement for early secondary school students. *American Journal of Education*, 104(2), 103-147.
- Lee, V. E., Smith, J. B., & Croninger, R. G. (1997). How high school organization influences the equitable distribution of learning in mathematics and science. *Sociology of Education*, 70(2), 128-150.
- McLaughlin, M. W., & Talbert, J. E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement*. New York: Teachers College Press.
- Mehlbye, J., & Ringsmose, C. (2004). *Elementer i god skolepraksis - de gode eksempler*. Kbh.: AKF.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2. edition ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Stein, M. K., Silver, E. A., & Smith, M. S. (1998). Mathematics reform and teacher development: A community of practice perspective. *Thinking Practices in Mathematics and Science Learning*, 17-52.
- Sølberg, J. (2007). *Udvikling af lokale naturfaglige kulturer - barrierer og muligheder for skoleudvikling i forbindelse med science team K projektet*. (Ph.d., Damarks Pædagogiske Universitet). M.Sc., 159.
- Sørensen, H., Horn, F., & Dragsted, S. (2005). *Får natur/teknik en fremtid? MONA*, 1
- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. (2007). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge* Harvard Business School Press.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity* (Reprint ed.). Cambridge: Cambridge University.

Udvikling af naturfagslæreres professionelle identitet i lærende fællesskaber

Martin K. Sillasen (msil@viauc.dk)^{a,b} og Paola Valero (paola@learning.aau.dk)^b

^aVIA University College

^bInstitut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

Referencer i artiklen findes i referencelisten i slutningen af artiklen. Figurer og tabeller er nummereret, så de fremstår med numre, der ikke følger den øvrige afhandlings figurnummerering. Henvisninger i brødteksten i artiklen refererer kun til figurer og tabeller i artiklen.

Resume

I denne artikel undersøges det, hvordan to nyuddannede natur/teknik-læreres professionelle identitet udvikledes gennem deltagelse i naturfaglige aktiviteter på deres skole. Identitet defineres som fortællinger om personer i en diskursiv praksis. En diskursiv praksis kan fx være de kollektive og individuelle måder, hvorpå et teamet tænker, agerer og udtrykker de elementer, som konstituerer praksis. Fra et læringsperspektiv er det særligt interessant at analysere identitetsfortællinger, når personers nuværende fortællinger – den aktuelle identitet – er forskellige fra de fortællinger om, hvordan de ser sig selv i fremtiden – den forventede identitet. Den empiriske undersøgelse bygger på data fra både observationer, interviews og en spørgeskemaundersøgelse. Identitetsfortællingerne blev konstrueret i en abduktiv proces, der vekselvirkede mellem dataanalyse og teoriudvikling. Den komparative analyse fokuserer på, hvordan de to nyuddannede lærere oplever forskellige muligheder og barrierer for at udvikle deres professionelle identitet som natur/teknik-lærere. Det fører til en række temaer for, hvordan nye lærere kan indgå i samarbejdsrelationer, der meningsfuldt og produktivt bidrager til deres professionelle identitetsudvikling.

Introduktion

Jamen, folk er blevet opmærksomme på, at vi laver noget, der er anderledes. Og vi er da stolte af, at vi har fået det her til at fungere. Vi sidder jo ikke og siger, [at] vi er sindssygt gode, og nu skal I bare komme ned og se. Folk kan jo høre, at vi sidder og snakker sammen, og de spørger til, hvad vi laver. Jamen, så er vi jo også stolte, når vi fortæller om de ting, vi har lavet, der virker. (Henrik, Natur/teknik-lærer på Nordmarkskolen, maj 2009)

Henrik udtaler sig om oplevelsen ved at planlægge undervisningen i samarbejde med en kollega. Samarbejdet mellem Henrik og kollegaen opstod i et udviklings- og forskningsprojekt, NaTeKu. Det involverede 80 naturfagslærere i 0.-6. klasse på 20 skoler i 3 danske kommuner. Formålet var

at styrke skolernes naturfaglige kultur gennem natur/teknik-læreres professionelle udvikling i skolen (Sillasen et al., 2010). Lærere deltog i eksternt støttede aktiviteter i fagteams i deres skoler, og de delte viden i netværk mellem lærere fra forskellige skoler og kommuner (Sillasen & Valero, 2012).

Undersøgelser har vist, at eleverne klarer sig signifikant bedre i de skoler, hvor læreres professionelle udvikling er organiseret ud fra principperne om professionelle lærende fællesskaber, end i de skoler, som ikke har professionelle lærende fællesskaber (Bolam et al., 2005; McLaughlin & Talbert, 2006). Men forskning har også vist, at effektiv forandring samtidig drejer sig om at kvalificere den enkelte lærers mulighed for at lære i den daglige praksis (Borko, 2004). Det vil sige, at forskningsresultater peger på nødvendigheden af at sætte fokus på den dialektiske relation mellem fællesskabet og individet. Identitetsbegrebet anses for at være ”the missing link” til at forstå individets læring i den aktuelle sociokulturelle kontekst (Sfard & Prusak, 2005:15).

I denne artikel fokuserer vi på en case med to nyuddannede lærere, Inger og Henrik, for at undersøge, hvordan deres identitet som natur/teknik-lærere blev styrket gennem deltagelse i naturfaglige aktiviteter på deres skole. Begrebet *identitet* anvendes som en teoretisk linse til at undersøge Inger og Henriks professionelle udvikling som natur/teknik-lærere gennem deltagelse i det professionelle lærende fællesskab, som de var en del af.

Vi lægger ud med at karakterisere identitetsudvikling som en diskursiv praksis. Dernæst følger en kort beskrivelse af de undersøgelsesmetoder, der er anvendt til at indsamle data om lærernes identitetsudvikling. Analysen fokuserer på Inger og Henrik, som dimitterede som lærere samme år, og som efterfølgende blev ansat på den samme skole. Til sidst diskuterer vi, hvordan lærernes deltagelse i aktiviteter i professionelle lærende fællesskaber i skolen giver dem mulighed for at italesætte deres egen identitet som natur/teknik-lærere.

Identitetsfortællinger i en diskursiv praksis

Der findes mange forskellige måder at definere identitet på. Nogle har rod i en kognitiv-psykologisk forståelse, der opfatter identitet som personlige egenskaber, der er stabile over tid (Beauchamp & Thomas, 2009; Beijaard et al., 2004). Der findes også socio-kulturelle perspektiver på identitet, der karakteriserer identitet som et dialektisk forhold mellem kroppens fysiologiske fremtoning og den måde, hvorpå individet sanser og engagerer sig i omverdenen (Tobin & Roth, 2007). Men i denne artikel anvender vi Sfard og Prusaks (2005) diskursive syn på identitet til at karakterisere natur/teknik-læreres identitet og læring. Ifølge dem er identitet de fortællinger om en person, som har *tingsliggende* egenskaber, samtidig med at de er *signifikante* og *genkendelige*. Den diskursive praksis, hvori lærernes identitetsudvikling foregår, er den fælles brug af sprog, handlinger, måder at tænke på, tro, værdisætning og diverse artefakter til at udøve

en social genkendelig identitet (Gee, 2010). Det kan fx være natur/teknik-fagteamets måde at tænke og agere på i praksis, ligesom det kan være både de kollektive og individuelle måder at udtrykke de elementer, som konstituerer deres praksis.

Tingsliggørelse anvendes her som et begreb for den proces, som ændrer en persons handlinger til egenskaber ved personen. Sfard og Prusak bruger begrebet *reifyng* på engelsk. Vi har valgt at bruge begreberne *tingsliggørende* og *tingsliggørelse* på dansk, fordi det svarer til oversættelsen af *reifyng* og *reification* i værker som fx Wengers ”Praksisfællesskaber” (Wenger, 2006). Fortællingers tingsliggørende egenskab kommer til udtryk ved at bruge verber som fx at være, at have eller at kunne noget. Fx kan sætningen ”jeg er god til at undervise i natur/teknik” fortolkes som udtryk for en tingsliggørende egenskab hos en god underviser. En fortælling er genkendelig, hvis den omtalte person bekræfter, at fortællingen afspejler den måde, vedkommende selv opfatter verden på. En fortælling er signifikant, hvis den påvirker fortællerens egne følelser for den person, som fortællingen omhandler.

Fortælleren kan godt være den person, som fortællingen omhandler. Så er det fortællerens egen historie fortalt til en anden. Men fortælleren kan også være denne anden person, som fortæller historien til en tredje person. Det vil sige, at identitet hele tiden skabes og genskabes som fortællinger blandt mennesker i en diskursiv praksis. Ved at fokusere på læreres identitetsfortællinger i diskursive praksisser, åbner man for muligheden for at forstå identitetsudvikling som samspillet mellem den *individuelle* og *kollektive* fortælling, der knytter sig til en bestemt praksis. For natur/teknik-lærere giver begrebet mulighed for at forstå den proces, hvorigennem den enkelte lærer bliver medlem af den diskursive praksis omkring natur/teknik på skolen. Identitetsudvikling kan opfattes som midlet til at blive fuldgældigt medlem af et praksisfællesskab (Lave & Wenger, 1991).

Konstruktionen af identitetsfortællinger er også et produkt af de magtforhold som eksisterer i et praksisfællesskab. Når en person A bidrager til en identitetsfortælling om en anden person B, kan det samtidigt fortælle en fortælling om A og relationen til B. Hvis A har en magtfuld position i praksisfællesskabet, kan A's bidrag til identitetsfortællingen om B både være betydningsfuld i forhold til at understrege den position, som A mener B bør have i fællesskabet, og hvilken position A har, eller bør have i forhold til B. Den eller de personer som bærer de mest indflydelsesrige stemmer og som har størst indflydelse på identitetsfortællinger kaldes for *signifikante fortællere* (Sfard & Prusak, 2005).

Fra et læringsperspektiv giver identitetsfortællinger mulighed for at analysere læring, når personens nuværende fortællinger – den *aktuelle identitet* – nærmer sig eller bevæger sig væk fra sine fortællinger om, hvordan man ser sig i fremtiden – den *forventede identitet* (Sfard & Prusak, 2005). Læring skal her forstås som lærerens professionelle identitetsudvikling. For lærere, der

underviser i natur/teknik, er selve processen hen imod at blive en fuld legitim deltager af den diskursive praksis omkring natur/teknik på skolen én form for læring.

I denne artikel vil vi vise, hvordan identitetsfortællinger kan bruges til at karakterisere Inger og Henriks muligheder og barrierer for professionel identitetsudvikling i spændingsfeltet mellem deres aktuelle identitet som natur/teknik-lærer og den identitet, som de forventer at udvikle over tid i konteksten af den kollektive fortælling om fagteamets udvikling.

At udforske identitet gennem fortællinger

Sfard og Prusak fremhæver, at deres diskursive tilgang til identitet både er en teoretisk og metodologisk strategi. Som metodologisk strategi er processen med at identificere identitet som fortællinger en operationel måde at udforske identitet på i et empirisk materiale. I stedet for at fortolke noget om informanternes identitet ud fra deres udsagn, giver Sfard og Prusaks definition konkrete anvisninger til at karakterisere identiteten ud fra informanternes sprogbrug.

Det empiriske materiale til analysen er et kvalitativt materiale om NaTeKu-projektet (Sillasen & Valero, 2011). Nordmarkskolen var en af de tre deltagende skoler, hvor det blev udført et casestudie. Cases blev udvalgt ud fra principper om variation af skolernes størrelse, deres geografiske placering, de deltagende læreres uddannelsesbaggrund og holdning til teamsamarbejde (Neergaard, 2007). En kvantitativ spørgeskemaundersøgelse, der kortlagde den naturfaglige kultur på de deltagende skoler, blev anvendt som baggrundsmateriale til at udarbejde interviewguides. Resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen er præsenteret i (Forfatter1 et al, 2010).

På Nordmarkskolen var der mange forskellige slags fortællinger, som greb ind i hinanden på kryds og tværs af deltagerne. Men vi var interesserede i at identificere de fortællinger, der bidrog til at udvikle lærernes identitet som natur/teknik-lærere. Identifikationen og konstruktionen af disse identitetsfortællinger foregik i flere trin. Først observerede vi natur/teknik-lærernes samarbejde og fagteamaktiviteter. En lærer på hver skole blev udvalgt som primær informant på baggrund af deres positive svar om fagteamsamarbejde i spørgeskemaet. Vi observerede, hvem læreren samarbejdede med, og hvordan læreren engagerede sig i forskellige former for samarbejde i fagteamet. Antagelsen var, at en lærer som svarede positivt omkring fagteamsamarbejde i spørgeskemaet, kunne bidrage med mættet information til en kortlægning af aktiviteter og samarbejdsrelationer i fagteamet (Charmaz, 2006). Efter vores observationer blev de primære informanter, andre lærere som indgik i samarbejdsrelationer med de primære informanter samt skolens ledelse interviewet. Interviewene var designet, så lærerne og skolens ledelse kommenterede på vores fortolkninger af, hvilken betydning forskellige samarbejdsrelationer og aktiviteter i fagteamet havde for lærernes professionelle udvikling.

Interviews og observationer blev efterfølgende kodet i en abduktiv proces, som vekslede mellem analyse af lærernes samarbejde i fagteamet og konstruktion af identitetsfortællinger. Kodningsprocessen var en åben kodning, hvor forskellige typer af samarbejdsrelationer i forskellige typer aktiviteter blev kategoriseret. Det blev afløst af en aksial kodning, hvor de åbne kodningskategorier blev kondenseret til følgende kategorier af samarbejdsrelationer: *fagdidaktisk, fagfaglig, praktisk, personlig og pædagogisk*. Det viste sig hensigtsmæssigt også at kategorisere lærernes udsagn om *barrierer for at udvikle samarbejdsrelationer* samt *strukturelle og organisatoriske vilkår*, som havde indflydelse på lærernes muligheder for at udvikle samarbejdsrelationer. Identitetsfortællingerne blev konstrueret ved at analysere citaterne i de forskellige kategorier af samarbejdsrelationer samt ved at analysere de oprindelige interviews og observationer. *Genkendelige* fortællinger blev identificeret, ved at vi spurgte læreren, om vores fortolkning af de observerede samarbejdsrelationer stemte overens med deres egen opfattelse. *Signifikante* fortællinger blev identificeret enten gennem affektive udsagn om samarbejdsrelationer, eller gennem udsagn, der omhandlede medlemskab af eller eksklusion fra et fællesskab. *Tingsliggørende* fortællinger – egenskaber ved lærerne – blev identificeret ved at se efter lærernes brug af verber som fx at ”være”, at ”have” eller at ”kunne” noget i citaterne, fremfor at se efter udsagn om lærernes handlinger.

Observationer og interviews blev også anvendt til at konstruere en kollektiv fortælling om fagteamets aktiviteter. Da identitetsfortællingerne og fagteamets kollektive fortælling var konstrueret, fik lærerne og skolelederen mulighed for at validere fortællingerne i et efterfølgende gruppeinterview.

I det følgende afsnit præsenteres en case med to lærere fra Nordmarkskolen. Skolen og lærernes navne er anonymiserede. Casen viser, hvordan to næsten nyuddannede lærere, Henrik og Inger – de har kun været lærere i 2 år – oplever forskellige muligheder og barrierer for at udvikle deres identitet som natur/teknik-lærere. Casebeskrivelsen starter med den kollektive fortælling om udviklingen af natur/teknik-undervisningen på skolen, derefter følger Henrik og Ingers identitetsfortællinger.

Fælleskabsfortællinger på Nordmarkskolen

Nordmarkskolen ligger i en større dansk provinsby med cirka 55.000 indbyggere. Skolen har cirka 560 elever med tre spor fra 0.-9. klasse. Elevgrundlaget består af cirka 20 forskellige nationaliteter. Udvikling af naturfagene har været højt prioriteret de sidste 5-6 år. Skolen har iværksat en del aktiviteter i forhold til naturfag: deltagelse i tre udviklingsprojekter, renovering af ældre naturfagslokaler og efteruddannelse af naturfagslærere. Derudover har skolen fået ressourcer til etablering af et nyt natur/teknik-lokale. Kommunens kompetencecenter for tosprogede elever (KC2) har også til huse på skolen. KC2's opgave er at igangsætte og støtte

udviklingsaktiviteter, der fremmer tosprogede elevers aktive deltagelse i skoleaktiviteter og deres sproglige udvikling. Skolen skal ved årsskiftet fusionere med en anden skole, så de får fælles ledelse. Skolens ledelse besluttede sig for at deltage i NaTeku-projektet, fordi

det lød som et rigtigt spændende projekt med intentioner om at styrke den naturfaglige kultur i natur/teknik. Da jeg startede som viceleder for 10 år siden, havde vi ingen lærere, som var uddannet til at undervise i natur/teknik, så det blev tilfældige lærere, der underviste i faget. Hvis vi skulle styrke faget, var vi nødt til at efteruddanne nogle lærere. Men det krævede først, at jeg fandt nogle, der brændte for faget. Det var svært. Men da NaTeku-projektet kom, stod naturfaglærerne pludselig i kø for at deltage. Så det kræver både, at man har lærere, der er motiverede for at deltage, men også at der er projekter og ressourcer til rådighed. (Skoleleder, Nordmarkskolen, maj 2009)

Ledelsen har de sidste fem år arbejdet målrettet med at lave årgangs- og klasseteams på skolen. Man prioriterede først at fordele dansk- og matematiklærere til årgangsteams. Men

vi har ikke været gode nok til at fordele naturvidenskabelige lærere til de forskellige årgangsteams og fagteams. Nu forsøger vi at finde 4-5 lærere, der brænder for hvert fag, som de så får ansvaret for at udvikle. Her er NaTeku-projektet kommet på det rigtige tidspunkt, fordi det kan bruges til at løfte den naturfaglige kultur. (Skoleleder, Nordmarkskolen, maj 2009)

Der er tre store udfordringer i forbindelse med at udvikle fagteams. For det første er der forskel på erfarne og nye læreres engagement i fagteamudviklingen. For det andet er det svært at finde timer til fagteamarbejde. Skolens budget er stramt og tjenestetidsaftalen virker nogen gange som en barriere for lærernes fleksibilitet. For det tredje er det svært at fastholde ildsjælene i naturfagsteamet. Skoles viceleder siger:

Jeg ved ikke hvorfor, men der er en tendens til, at de gode naturfagslærere bliver alt muligt andet. Jan er fx IT-vejleder og tillidsmand. Og Henrik, han vil til at starte på matematikvejleder-uddannelsen. Vi ville ellers godt beholde ham inden for naturfagene” (Viceskoleleder, Nordmarkskolen, maj 2009).

KC2 var sidste år på udkig efter muligheder for at etablere samarbejdsprojekter med lærere på skolen. Skolens ledelse så NaTeku-projektet som en mulighed for at udvikle en ny model for, hvordan sprogvejledere kunne anvendes til at kvalificere tosprogede elevers udbytte af natur/teknik-undervisningen. På 4.-6. klassetrin lavede man fagteams med 2 natur/teknik-lærere og en sprogvejleder fra KC2.

Fortællinger om at være natur/teknik-lærer

I de følgende to afsnit præsenteres Henrik og Ingers identitetsfortællinger. De blev begge færdiguddannede som natur/teknik-lærere for to år siden og ansat på Nordmarkskolen. Henrik og Inger er valgt som cases i denne artikel, fordi de blev færdiguddannet som lærere samtidigt. De er begge to uddannede som natur/teknik-lærere og ansat samtidigt på Nordmarkskolen. Derfor har de mange af de samme forudsætninger som udgangspunkt for deres professionelle udvikling. Alligevel viser identitetsfortællingerne at deres professionelle udvikling fulgte forskellige stier

som var betinget af forskelligheden i deres relationer til andre aktører i skolens naturfaglige praksis.

Deres identitetsfortællinger er konstrueret ud fra observationer, interviews med lærerne og citater, som karakteriserer forskellige typer af samarbejdsrelationer mellem lærere på skolen.

Inger og Henriks engagement i forskellige aktiviteter og samarbejdsrelationer har givet dem forskellige muligheder for at videreudvikle sig som natur/teknik-lærere. Sådanne variationer giver os mulighed for at se efter ligheder og forskelle, der kan bruges til at karakterisere, hvordan forskellige typer af samarbejdsrelationer og natur/teknik-aktiviteter bidrager til deres identitetsudvikling som natur/teknik-lærere. Tabel 1 opsummerer de forskellige natur/teknik aktiviteter, som Inger og Henrik hver især har deltaget i, og som de forventer at deltage i de næste par år.

Tabel 1: Oversigt over Inger og Henriks aktiviteter i natur/teknik-fagteamet over 3 år

| | Inger | Henrik |
|---------------------|---|--|
| Sidste skoleår | Oprydning i det gamle natur/teknik-laboratorium sammen med Peter. Fagteammøder i natur/teknik Undervisning i natur/teknik på 1. og 4. klassetrin | Tilrettelæggelse og afprøvning af undervisningsaktiviteter med RoboLab. Fagteammøder i natur/teknik Undervisning i natur/teknik på 5. og 6. klassetrin |
| Indeværende skoleår | NaTeKu-projekt sammen med Peter og tosprogsvejlederen på 5. klassetrin. Fagteammøder i natur/teknik Undervisning i natur/teknik på 2. klassetrin. | NaTeKu-projekt sammen med Jan og Gitte på 6. klassetrin Fagteammøder i natur/teknik Undervisning i natur/teknik på 2. klassetrin |
| Næste skoleår | Planlægning og indretning af et nyt natur/teknik-laboratorium. | Diplomuddannelse som matematik-vejleder. |

Henriks identitetsfortælling

Henrik er 32 år og uddannet lærer i matematik, natur/teknik, biologi og samfundsfag. Førhen var han salgsassistent i en stor købmandsbutik. Han har de fleste af sine undervisningstimer i matematik og natur/teknik i 4-5-6 klasse. Næste år skal Henrik i gang med vejlederuddannelsen i matematik, fordi han synes, det kunne være spændende at udvikle faget på skolen. På 2. klassetrin

arbejder han sammen med Inger, og på 6. klassetrin arbejder han sammen med Jan og Gitte om planlægning af natur/teknik-undervisningen. Jan er 31 år og uddannet lærer i fysik/kemi, matematik, idræt og billedkunst for 6 år siden, hvorefter han blev ansat på Nordmarkskolen. Gitte er dansk lærer med cirka 15 års erfaring. Hun er ansat i KC2 som tosprogsvejleder.

For to år siden var der ikke uddannede natur/teknik-lærere på skolen, og den naturfaglige kultur omkring natur/teknik var karakteriseret ved, at Jan og et par kolleger mødtes et par gange om året for at aftale indkøb af bøger og materialer. Men Jan synes, at der er sket en ændring i den naturfaglige kultur på fagteammøderne, efter at Inger og Henrik er kommet ind i fagteamet:

Det er sådan inden for de sidste par år, der er sket en forandring...for en 2-3 år siden... fik vi ansat 11 nye lærere ... og i den forbindelse... kom bl.a. Henrik og Inger, som meget gerne vil det samme som jeg med natur/teknik. Og så har vi jo fået nogen at spille bold opad. Det udvikler sig jo, fordi ja. Det der med, at man gerne vil de samme ting, eller at man har en eller anden idé med det her fag. Og altså, førhen, der har jeg jo ikke rigtig haft nogen sådan at kunne spille opad, og sige, nu skal vi prøve det og det. Dengang havde natur/teknik ikke helt sammen status, som det har nu. (Jan, natur/teknik- og fysik/kemi-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Ændringen af den naturfaglige kultur er blevet forstærket af skolens deltagelse i NaTeKu-projektet. Henrik siger:

Sidste år da NaTeKu-projektet kom, var vi en gruppe lærere, der fik tid til at udvikle faget. Vi satte os ned og diskuterede, hvad vi ville opnå. Den proces fik fagets anseelse til at stige mange hundrede procent. I år laver vi samarbejde på tværs af klasserne i 4.-5.-6. klasse sammen med tosprogsvejlederne. Det er meget intensivt. (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

I de følgende citater udtaler Henrik og Gitte sig om, hvilken betydning deres samarbejde i 6. klasse har for Henriks natur/teknik-undervisning:

Jeg kan se, at min natur/teknik undervisning nu i forhold til for et år siden er mere struktureret. Og elevernes læring er kvalitativt meget bedre, fordi vi simpelthen har fået sat flere ting i system. Vi har fået sammenhæng mellem de her oplevelser og de konkrete erfaringer, eleverne får. Vi har fået struktureret det stykke arbejde, der ligger i, hvordan vi får [undervisningen] sat sammen med begreberne og med de ord, vi bruger. Det var mere løst før. Tidligere har fokus [på sprogindlæring] været én dimension [blandt mange]. Men man havde så meget, man ville nå. Så meget, man gerne ville lære dem. [Men] nu er der kommet en lærer ind, som har fokus på elevernes begrebsindlæring. Så det er blevet meget mere struktureret, hvordan vi arbejder med at få kædet [undervisningen] sammen med at få udviklet sprog og begrebsindhold. (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Nu siger du, at det er mere struktureret, ikke? Jeg tror også [at det betyder noget], at vi [kun] har haft 5 temaer ... Det [at]vi har brugt længere tid på hvert tema [har betydet, at det faglige stof er blevet] mere bundfældet eller konsolideret, at de virkelig ved noget om det, og hvis man går lidt tilbage, så kan de faktisk godt huske, hvad det nu var, det her handlede om? Hvor man jo før bare havde 10 temaer, og hvor det fløj hen over hovedet på dem. (Gitte, sprogsvejleder, Nordmarkskolen, maj 2009)

Samarbejdet har også forandret Henriks evalueringspraksis i natur/teknik. Gitte har introduceret en mere systematisk brug af forskellige evalueringsformer. Henrik er tilfreds med de nye evalueringsformer. Han kan se, at eleverne får flere forskellige repræsentationsformer i spil end

tidligere. Gitte vurderer, at eleverne får et større udbytte end tidligere, hvilket fx ses i følgende citat, hvor hun udtaler sig om Özlem, en pige, som er kommet til Danmark fra Tyrkiet:

Hun har fået meget mere taletid. Hun er blevet en aktiv learner. Fra tidligere at være mere en modtagende [elev], er hun nu meget mere på. Jeg kan jo se, at de er [mere] på banen i deres grupper. Det har gjort, at deres ordforråd er blevet slået fast. [Eksperter] siger jo, at man selv skal bruge et ord 60 gange, før det virkelig sidder fast inde i ens hoved. Der synes jeg, at vi har lavet en anden undervisningsstruktur. At det er eleverne, der er mere aktive i de grupper, hvor de diskuterer forskellige ord i forhold til det tema, de har haft, eller skal fremlægge dem på forskellig vis. Det har gjort, at de pludselig har et glosarium inden for natur/teknik, som de ikke ville have haft. Det er jeg helt sikker på. (Gitte, sprogvejleder, Nordmarkskolen, maj 2009)

Parallellægning af natur/teknik-undervisningen i de to 6. klasser betyder, at de taler meget om faget og planlægning på lærerværelset. Henrik og Gitte er opmærksomme på, at deres samarbejde er interessant for andre lærere:

De ser jo, at vi har et samarbejde. Og de hører jo også, at jeg siger, at hvis man vil noget andet end de der syltetøjsglas eller radiator halloj eller være sur over, at man nu bliver sat til at lave peddigør af natur/teknik-læreren, så skal man altså mødes. Men den kultur er jo også ved at komme. Man skal ikke mødes ihjel. Men man skal lige have de nødvendige møder, og man skal have de nødvendige briefinger og lidt sparring, og vi kan godt mødes i løbet af ugen sådan i pausen og diskutere, hvad er det lige med det der, den skal vi lige have vendt igen, jeg går lige hjem og tænker. Og så snakker vi igen om to dage. Holde gryden i kog der, altså det ser de [andre lærere] måske nok. (Gitte, sprogvejleder, Nordmarkskolen, maj 2009)

Henrik: Ja, og der er også nogle naturfagslærere, som jeg snakker med, som siger: "vi ville også gerne have så meget ud af vores sproglærer"... Men det er ikke alle, der ved hvilket udbytte deres årgang får af det [samarbejde], og derfor så er det lidt "Årh, nu mangler jeg tre [elever] i min matematiktime igen, fordi de skal op til tosprogsvejlederen". ... Men lige pludselig så hører de en natur/teknik-lærer, der sidder og siger, "det er simpelthen så godt, at jeg har Gitte med, fordi jeg har fået en helt ny struktur på min undervisning, kvaliteten er bedre, jeg er bare så glad, når jeg kommer tilbage fra de timer". Der er voldsom forskel på det og så "årh, skal de op til tosprogsvejlederen igen". (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Gitte: Jamen det er rigtigt. Og man kan sige, at vi har flyttet tosprogsvejledningen fra at være supplerende undervisning, der ligger uden for [elevernes] undervisningstid til at være en integreret del af fagene. (Gitte, sprogvejleder, Nordmarkskolen, maj 2009)

Ingers identitetsfortælling

Inger er 27 år og uddannet lærer i natur/teknik, matematik, idræt og hjemmekundskab for 2 år siden. Hun underviser i natur/teknik på 2. og 5. klassetrin og er meget glad for, at skolen er så udviklingsorienteret: "Altså, jeg tror da, at jeg er meget heldig, [...] at man har fokus på udvikling af natur/teknik [her på skolen]. At jeg ikke er kommet ud sådan et sted, hvor der overhovedet ikke har været noget [udvikling], så ville jeg da ha' gået nedenom og hjem". (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009).

Da Inger startede på skolen for 2 år siden, underviste hun i natur/teknik på 4. klassetrin sammen med Peter, som er 55 år. I sit første skoleår var hun med til at rydde op i det gamle

natur/teknik-undervisningslokale sammen med Peter. Det synes hun var en spændende opgave. Tidligere underviste han mest i 7-9. klasse. Men de sidste 3 år har han fået flere timer i 1.-3. klasse, hvor han bl.a. underviser i natur/teknik. Inger ville gerne planlægge og udvikle undervisning sammen med Peter. Men det var han ikke interesseret i, hvilket var meget frustrerende for Inger:

Men altså, Peter bliver ikke den negative, men den, der sætter bremsen i. ... jeg har da i hvert fald fundet ud af, at man har alle de gode ideer, når man kommer fra seminarierne af, og man kan det hele nærmest, synes jeg. Men det er fandeme svært at slå igennem med. Fordi man sidder med en, der har været her i 10-15-20 år. Som har kørt det efter den gamle metode. Ja, jeg ved ikke, hvad man skal kalde det. Men altså, alt det der nye, som er kommet ind med vores uddannelse. Det kender han ikke. Og så skal man til at overbevise ham om, at det her er i hvert fald meget bedre, end det, han gør. (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Inger opdagede også, at den 4. klasse, som hun skulle undervise, da hun startede på skolen, ikke havde lært ret meget i natur/teknik:

[...] så spurgte jeg dem. Hvad har I så lavet sidste år? Hvad har I lært? Og hvilke emner har I arbejdet med? For jeg havde ikke fået nogen årsplan, og jeg havde ikke fået noget som helst. De havde da aldrig haft det fag. Vi har da altid lavet matematik i de timer, sagde de så til mig. Og så starter man ligesom fra scratch, og så kan man ligesom sige nå, 4. klasse, så starter vi nærmest i 1. klasses bogen. Eller hvad man nu skal gøre. Vi startede jo helt nede fra bunden af. De vidste jo ikke engang, hvordan man lavede et forsøg. (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Da Inger havde været ansat et år, startede NaTeKu-projektet på skolen. Inger skulle undervise i natur/teknik på 5. klassetrin sammen med Peter, hvor de skulle afprøve samme model for samarbejde med tosprogsvejlederen som Henrik, Jan og Gitte på 6. klassetrin. Det samarbejde glædede Inger sig til, ”fordi det ligger tæt op ad den måde, vi lærte at samarbejde på på seminarierne”. Men i løbet af efteråret viste der sig at være sociale problemer på tværs af klasserne, som gjorde, at undervisningen måtte foregå klassevis. Inger var meget frustreret:

fordi jeg så samarbejdet som en mulighed for at udvikle ideer omkring undervisningen. Altså, jeg er bange for at falde tilbage til en undervisningsform, som jeg ikke tror, at eleverne lærer noget af. (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Men Inger brændte for at undervise i natur/teknik, og hun opsøgte ofte Henrik for at høre om hans erfaringer med at tilrettelægge undervisning sammen med Gitte for at få inspiration til sin egen undervisning. Inger deltog blandt andet i et evalueringsmøde, hvor Gitte og Henrik informerede om deres samarbejde. Inger fandt ud af:

hvad man kan bruge en tosprogsvejleder til i natur/teknik-undervisningen. Hvis det fungerede sådan nogenlunde optimalt, som det lød til, så ville jeg sige ja tak, hvis de tilbød sådan et samarbejde til mig. Fordi sprogvejlederne har nogle andre vinkler på tingene, end vi har. Jeg vil forsøge at få en sprogvejleder knyttet til min undervisning næste år. (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Forskelle og ligheder i identitetsfortællinger og identitetsudvikling som natur/teknik-lærere

I det følgende analyseres Henrik og Ingers identitetsfortællinger komparativt for at se efter forskelle og ligheder mellem deres identitetsudvikling som natur/teknik-lærere. Vi analyserer, hvordan Inger, Henrik og deres kolleger taler om deres deltagelse i aktiviteterne i natur/teknik-fagteamet ud fra identitetsfortællingernes tre karakteristiske egenskaber: Genkendelighed, tingsliggørelse og signifikans.

Identitetsfortællingernes genkendelighed

Identitetsfortællingernes genkendelighed identificeres ved, at personen som fortællingen handler om, bekræfter, at den afspejler den måde, han eller hun opfatter verden på.

Et eksempel er NaTeKu-projektets implementering i skolens organisation, og Inger og Henriks engagement heri. Skolens viceleder sagde: ”da NaTeKu-projektet kom, stod naturfagslærerne pludselig i kø for at deltage.” NaTeKu-projektet åbnede en mulighed for at afprøve nye organisationsformer i natur/teknik-undervisningen, hvor man skabte en synergi med de eksisterende ressourcer på skolen i form af involveringen af sprogvejledere fra KC2.

For Henrik var deltagelsen i NaTeKu-projektet en succes, fordi han etablerede et succesfuldt samarbejde med Gitte. Et samarbejde, som både var med til at kvalificere hans egen undervisning og løfte hans anseelse blandt kolleger. I det følgende citat giver Henrik udtryk for, at han genkender, hvilken betydning NaTeKu-projektet har haft for natur/teknik -fagets status på skolen: ”Sidste år, da NaTeKu-projektet kom, var vi en gruppe lærere, der fik tid til at udvikle faget. Vi satte os ned og diskuterede, hvad vi ville opnå. Den proces fik fagets anseelse til at stige mange hundrede procent. I år laver vi samarbejde på tværs af klasserne i 4.-5.-6. klasse i samarbejde med tosprogsvejlederne. Det er meget intensivt” (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). Han genkender også, at det har ændret hans egen undervisningspraksis i faget: ” Jeg kan se, at min natur/teknik-undervisning nu i forhold til for et år siden er mere struktureret.” (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

For Inger var deltagelsen i NaTeKu-projektet ikke en stor succes, da samarbejdet omkring 5. klasserne aldrig kom til at fungere på grund af sociale problemer. En udvikling, som frustrerer Inger. Hun genkender, at det manglende samarbejde er en forspildt chance for hende til at udvikle sin faglige identitet, ”fordi jeg så samarbejdet som en mulighed for at udvikle ideer omkring undervisningen. Altså, jeg er bange for at falde tilbage til en undervisningsform, som jeg ikke tror, at eleverne lærer noget af”. (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

Aktuelle og forventede identiteter

Tingsliggende og signifikante fortællinger kan opdeles i aktuelle og forventede identiteter. Aktuelle identiteter fortæles i nutid og formuleres som faktuelle påstande, fx når Henrik udtaler ”Jeg kan se, at min natur/teknik-undervisning [...] er mere struktureret.” (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). En persons forventede identitet kan med tiden blive en del af den aktuelle identitet. Et eksempel er Jans deltagelse i natur/teknik-fagteamet, da Inger og Henrik bliver ansat. Før deres ansættelse var samarbejdet i natur/teknik-fagteamet mest koncentreret om indkøb af nye bøger og materialer til faget. Det var en form for samarbejde, som lå langt fra Jans forventninger: ”Og altså førhen, der har jeg jo ikke rigtig haft nogen sådan at kunne spille opad og sige, nu skal vi prøve det og det. Dengang havde natur/teknik ikke helt samme status, som det har nu” (Jan, natur/teknik- og fysik/kemi-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). Men Inger og Henriks interesse for at samarbejde om at udvikle og eksperimentere med natur/teknik-aktiviteter var en mulighed for Jan til at realisere sine forventninger, fordi de ”meget gerne vil det samme, som jeg med natur/teknik. Og så har [jeg] jo fået nogen at spille bold opad. Det udvikler sig jo, fordi ja. Det der med, at man gerne vil de samme ting, eller at man har en eller anden idé med det her fag.” (Jan, natur/teknik- og fysik/kemi-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

I nogle tilfælde kan den forventede identitet møde barrierer, der umuliggør, at den kan realiseres som en del af den aktuelle identitet. Et eksempel er Inger, som forventede, at hun kunne diskutere og udvikle sine ideer om undervisning med kolleger: ”... jeg har da i hvert fald fundet ud af, at man har alle de gode ideer, når man kommer fra seminarierne af, og man kan nærmest det hele, synes jeg.” (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). Hun ser NaTeKu som en mulighed for at realisere sin forventede identitet i samarbejdet med Peter og en tosprogsvejleder i natur/teknik på 5. årgang og gøre det til en del af sin aktuelle identitet, ”fordi det ligger tæt op ad den måde, vi lærte at samarbejde på på seminarierne”. (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). Der er to elementer i Ingers fortælling, som forhindrer, at hendes forventninger til samarbejdet med kolleger kan indfries. For det første er der samarbejdet mellem 5. klasserne i NaTeKu, der ikke kan lade sig gøre pga. sociale problemer. Inger bliver frustreret, ”fordi jeg så samarbejdet som en mulighed for at udvikle ideer omkring undervisningen”, og nu er hun ”bange for at falde tilbage til en undervisningsform, som jeg ikke tror, at eleverne lærer noget af” (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). For det andet udvikler samarbejdet med Peter sig ikke som forventet: ”...det er fandeme svært at slå igennem med. Fordi man sidder med en, der har været her i 10-15-20 år. Som har kørt det efter den der gamle metode. Ja, jeg ved ikke, hvad man skal kalde det. [...] Og så skal man til at overbevise ham om, at det her er i hvert fald meget bedre, end det han gør.” (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009)

En person forventer måske, at en identitetsfortælling passer godt på en af forskellige grunde. Enten fordi fortællingen giver et godt billede af en, som det er tilfældet med Ingers forestilling om

sig selv som en innovativ lærer, eller fordi det er en fremtidsfortælling om én fortalt af en magtfuld person, en signifikant fortæller. Et eksempel på det sidste er Gittes bidrag til Henriks fortælling. Hun beskriver Henrik som inspirerende at samarbejde med. Gitte har en autoritet i lærerkollegiet, fordi hun som sprogvejleder tilknyttet KC2 bidrager med ekspertviden, der kvalificerer den sproglige dimension i lærernes undervisning. Men Gitte's bidrag til Henriks identitetsfortælling bidrager også til hendes fortælling om sig selv og sin egen position i lærerkollegiet.

Identitetsfortællingers tingsliggende egenskab

Fortællingers tingsliggende egenskab identificeres ved at se efter verber, som beskriver en kvalitet ved den person, som fortællingen handler om. En kvalitet er fx "at være noget", "at kunne noget", eller "at have noget".

For Henrik er et eksempel på en tingsliggende egenskab, at han er mere struktureret i sin undervisning. Det er et positivt udbytte af samarbejdet med Gitte, fordi "...vi har fået struktureret det stykke arbejde, der ligger i, hvordan vi får undervisningen sat sammen med begreberne og med de ord, vi bruger" (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009).

For Inger er et eksempel på en tingsliggende egenskab, at hun har mange gode ideer til udvikling af undervisningen, som hun forventer at kunne udvikle sammen med andre. Den egenskab, synes Inger selv, passer godt til skolens udviklingskultur: "Altså, jeg tror da, at jeg er meget heldig, at man har fokus på udvikling af natur/teknik her på skolen. At jeg ikke er kommet ud sådan et sted, hvor der overhovedet ikke har været noget udvikling, så ville jeg da ha' gået nedenunder og hjem" (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). Men selvom skolens udviklingskultur passer godt til Ingers forventninger, er hun stødt på barrierer, som forhindrer hende i at realisere forventningerne.

Identitetsfortællingers signifikante egenskab

Fortællinger er signifikante, hvis de påvirker fortællerens følelser. Fortælleren kan være den person, som fortællingen omhandler. Et eksempel er Henrik, som fortæller intervieweren om, hvordan andre naturfagslærere får interesse for det samarbejde, han har med Gitte. Henrik siger: "Ja, og der er også nogle naturfagslærere, som jeg snakker med, som siger: 'vi ville også gerne have så meget ud af vores sproglærere'..., så hører de en natur/teknik-lærer, der sidder og siger, 'det er simpelthen så godt, at jeg har Gitte med, fordi jeg har fået en helt ny struktur på min undervisning, kvaliteten er bedre, jeg er bare så glad, når jeg kommer tilbage fra de timer'" (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarkskolen, maj 2009). Kollegernes anerkendelse af samarbejdet med Gitte er med til at styrke signifikansen af Henriks identitetsnarrativ: "Jamen, folk er blevet opmærksomme på, at vi laver noget, der er anderledes. Og vi er da stolte af, at vi

har fået det her til at fungere. Vi sidder jo ikke og siger, at vi er sindssygt gode, og nu skal I bare komme ned og se. Folk kan jo høre, at vi sidder og snakker sammen, og de spørger til, hvad vi laver. Jamen, så er vi jo også stolte, når vi fortæller om de ting, vi har lavet, der virker” (Henrik, natur/teknik-lærer, Nordmarksskolen, maj 2009).

Fortælleren kan også være en anden person end den, fortællingen omhandler, der fortæller fortællingen til en tredjeperson. Et eksempel er Inger, som fortæller interviewereren, hvordan hun får inspiration til sin undervisning ved at snakke med Henrik. Hun deltog bl.a. i et evalueringsmøde, hvor Henrik og Gitte informerede andre lærere på skolen om deres samarbejde. ”Hvis det fungerede sådan nogenlunde optimalt, som det lød til, så ville jeg sige ja tak, hvis de tilbød sådan et samarbejde til mig. Fordi sproglærerne har nogle andre vinkler på tingene, end vi har. Jeg vil forsøge at få en sprogvejleder knyttet til min undervisning næste år” (Inger, natur/teknik-lærer, Nordmarksskolen, maj 2009).

Et andet eksempel er Jan, der fortæller interviewereren om, at natur/teknik har ændret status, efter at Inger og Henrik er blevet ansat på skolen. Jan siger: ”Det er sådan indenfor de sidste par år der er sket en forandring ... for en 2-3 år siden ... fik vi ansat 11 nye lærere ... bl.a. Henrik og Inger som meget gerne ville det samme som jeg ville med natur/teknik...” (Jan, natur/teknik- og fysik/kemi-lærer, Nordmarksskolen, maj 2009). Fortællingen er signifikant, fordi ansættelsen af Inger og Henrik giver Jan nogle nye samarbejdsmuligheder i naturfag. Han føler en glæde ved at arbejde sammen med dem, fordi deres interesse for at udvikle naturfag er sammenfaldende med hans interesser. Det giver ham energi at samarbejde med dem.

Et tredje eksempel er Gitte, der fortæller interviewereren om, hvordan samarbejdet med Henrik har skabt interesse blandt andre kolleger: ” De ser jo, at vi har et samarbejde. Og de hører jo også, at jeg siger, at hvis man vil noget andet end de der syltetøjsglas eller radiator halløj eller være sure over, at man nu bliver sat til at lave peddigrør af natur/teknik-læreren, så skal man altså mødes.” (Gitte, sprogvejleder, Nordmarksskolen, maj 2009). Fortællingen fylder Gitte med en vis stolthed, fordi den er med til at positionere hende i forhold til hendes kolleger som hende, der har en viden om tosprogede børns begrebsudvikling, og som Henrik kan bruge til at kvalificere sin natur/teknik-undervisning.

Konklusion

I denne artikel præsenterede vi en undersøgelse af, hvordan fortællinger kan bruges til at karakterisere to nye natur/teknik-læreres identitetsudvikling gennem deltagelse i lærende fællesskaber på en skole. Der blev udviklet en teoretisk ramme om identitet som fortællinger om lærerne i en diskursiv praksis. Identitetsfortællinger er karakteriseret ved at være tingsliggende, genkendelige og signifikante. Fra et læringsperspektiv er der tegn på identitetsudvikling, når en lærers nuværende fortælling om sig selv og sin professionsudøvelse nærmer sig eller fjerner sig

fra vedkommendes fortælling om, hvordan han eller hun forventer sin identitet som natur/tekniklærere vil være i fremtiden. Den teoretiske ramme om identitetsfortællinger blev brugt til at analysere Inger og Henriks identitetsudvikling som natur/tekniklærere i det professionelle, lærende fælleskab, som de var en del af. Inger og Henriks identitetsfortællinger blev konstrueret ud fra de mange forskellige fortællinger, der fandtes i skolens diskursive praksis. Identitetsfortællingerne blev konstrueret i en abduktiv proces ud fra tre forskellige datakilder: spørgeskemaundersøgelse, observationer og interviews. Datakilderne gav forskellige informationer om det professionelle, lærende fællesskab i natur/teknik på skolen.

Analysen af identitetsfortællingerne viser, at Inger og Henrik godt nok fik de samme muligheder for identitetsudvikling gennem deres deltagelse i NaTeKu-projektet. For Henriks vedkommende gav NaTeKu ham mulighed for at udvikle et produktivt og lærerigt samarbejde med Gitte, hvor hans forventede og aktuelle identitet endte med et stort overlap. Henriks identitetsfortælling er et mønstereksempel på, hvordan aktiviteter initieret i et udviklingsprojekt kan bidrage til udvikling af en lærers professionelle identitet. På den anden side viser Ingers identitetsfortælling, at deltagelse i et stort udviklingsprojekt ikke nødvendigvis fører til en succesfuld udvikling af professionel identitet. Måden, hvorpå man sætter lærere sammen i teams kan have stor betydning for udfaldet. Ingers deltagelse i det lærende fælleskab indeholdte mange barrierer, som betød, at hendes aktuelle identitet bevægede sig væk fra hendes forventede identitet. Barriererne var fx 1) det manglende samarbejde med Peter, så hun ikke kunne udvikle sine ideer, og 2) fagteamsamarbejdet i 5. klasse som kørte af sporet på grund af sociale problemer på tværs af klasserne. Det var antageligvis det manglende samarbejde med Peter som var den største barriere i forhold til udviklingen af Ingers professionelle identitet. Men på trods af barriererne får Inger alligevel noget positivt ud af NaTeKu. Hun opsøger viden hos Henrik og Gitte, og bliver bevidst om de kvaliteter der er ved at samarbejde med en sprogkonsulent.

På et mere generelt niveau er identitetsbegrebet et analytisk værktøj, som giver os mulighed for at undersøge individers relation til omgivelserne. I denne case viste analysen, hvor betydningsfuldt det er, at en skole tilbyder nye lærere mulighed for at indgå i udviklingsaktiviteter, der skaber rammen for at afprøve egne undervisningsideer i meningsfulde og produktive samarbejder med kolleger, hvor der er afsat tid til iværksættelse af nye tiltag og til refleksion. Andre undersøgelser har vist, at de første år som ny lærer er en skrøbelig tid, hvor nye lærere er i gang med at forme deres professionelle identitet (Fregerlev & Jørgensen, 2000; Luehmann, 2007). Hvis skolen ikke tilbyder nye lærere mulighed for at udvikle deres professionelle identitet i retning af den identitet, som de nye lærere forventer, kan der være en risiko for at nye lærere søger udfordringer i andre undervisningsfag, eller måske vælger at søge andre jobmuligheder.

Referencer

- Beauchamp, C., & Thomas, L. (2009). Understanding teacher identity: An overview of issues in the literature and implications for teacher education. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 175-189.
- Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20(2), 107-128.
- Bolam, R., McMahon, A., Stoll, L., Thomas, S., Wallace, M., & Hawkey, K. (2005). Creating and sustaining effective professional learning communities. Retrieved April, 20, 2008.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. London: Sage.
- Fregerslev, P., & Jørgensen, M. (2000). *Ny lærer - om de to første år med sytten nyuddannede lærere*. Aarhus: Aarhus Dag- og Aftenseminarium.
- Gee, J. P. (2010). *An introduction to discourse analysis: Theory and method* Taylor & Francis.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation* Cambridge university press.
- Luehmann, A. L. (2007). Identity development as a lens to science teacher preparation. *Science Education*, 91(5), 822-839.
- McLaughlin, M. W., & Talbert, J. E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement*. New York: Teachers College Press.
- Neergaard, H. (2007). *Udvælgelse af cases i kvalitative undersøgelser* (2. udgave ed.). Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Sfard, A., & Prusak, A. (2005). Telling identities: In search of an analytic tool for investigating learning as a culturally shaped activity. *Educational Researcher*, 34(4), 14-22.

Tobin, K. G., & Roth, W. (2007). *Science, learning, identity. Sociocultural and cultural-historical perspectives*. Rotterdam: Sense Publishers.

Wenger, E. (2006). *Praksisfællesskaber. læring, mening og identitet*. Kbh.: Hans Reitzel.

10. Sammenfatning og perspektivering – et opgør med den privatpraktiserende lærerrolle i naturfag

Dette kapitel er organiseret i tre afsnit. I første afsnit udfoldes og diskuteres denne afhandlings bidrag til forskning i naturfaglæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser. Andet afsnit sammenfatter hovedpointerne fra artiklerne ved at besvare forskningsspørgsmålene på side 33 i kapitel 5. Tredje afsnit diskuterer, hvad de forskningsmæssige resultater kan komme til at betyde fremadrettet for læreres professionelle udvikling i relation til forskellige naturfaglige praksisser, fx naturfagsteams, skoler, kommunale netværk, kommunale naturfaglige konsulenter, kommunale skoleforvaltninger, science centre, det naturfagsdidaktiske forskningsmiljø og professionshøjskoler.

Afhandlingens bidrag til forskning i naturfaglæreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser

Netværksmetaforen blev introduceret for at udfordre et hierarkisk perspektiv på forskning i forandringsprocesser i uddannelsessystemet. Netværksmetaforen implicerer, at man bevæger sig væk fra en årsags-virkning tankegang, der karakteriseres med top-down og bottom-up processer, til en forståelse af uddannelsessystemet som et netværk af sociale naturfaglige praksisser. Denne bevægelse åbner muligheden for at udvikle og anvende et analytisk sprog til at finde evidens for de komplekse sociale, kulturelle og politiske sammenhænge i netværket og til at forklare, hvordan disse sammenhænge indvirker på natur/teknik-læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser. Indvirkninger, der i artiklerne belyses gennem relationer mellem aktørerne i de sociale naturfaglige praksisser i netværket. Artiklerne viser, at sociale naturfaglige praksisser fx kan være OECD, regeringen, Undervisningsministeriet, interesseorganisationer, fagforeninger, science centre, universiteter, professionshøjskoler, projekter, kommuner, naturfaglige netværk og lærerteams.

Der findes en anden tilgang til at studere ”den sociale konstruktion af naturvidenskab”, som udspringer fra Bruno Latours etnometodologi, hvor han anvender aktør-netværk teori til at udfolde forståelsen af begrebet ”social” (Richard & Bader, 2010). Med denne teoretiske tilgang forsøger Latour ikke at identificere kausale sammenhænge, men i stedet at beskrive kompleksiteten af en given virkelighed, og specielt det netværk af dynamikker, som fører til produktion af naturvidenskab (Latour, 2005). Ifølge Richard & Bader (2010) distancerer Latour

sig fra en konceptualisering af det sociale, som inkluderer en forståelse af de præmisser, der er med til at konstituere en social virkelighed. Jeg fandt ikke denne tilgang anvendelig i min forskning, fordi jeg også var interesseret i at undersøge, hvordan læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser påvirkes af den måde, hvorpå uddannelsespolitiske reformer designes og implementeres i uddannelsessystemet.

Hvad er det så netværksperspektivet bidrager med til det naturfagsdidaktiske forskningsfelt om læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser? Der åbner sig flere forskellige perspektiver. For det første åbner netværksperspektivet muligheden for en bedre forståelse af de metaaspekter, der er med til at rammesætte udviklingen af naturfaglige kulturer i skolen, hvilket er en af de overordnede problemstillinger, som Dolin (2005) fremhæver som værende central i det naturfagsdidaktiske forskningsfelt (Se side 29). Han betoner vigtigheden af, at lærere forholder sig til naturfagenes metaperspektiver for at kunne lave en mere kvalificeret planlægning, gennemførelse og evaluering af deres naturfagsundervisning. Netværksperspektivet kan bidrage til at udvikle et sprog omkring naturfagenes metaaspekter. Det åbner for muligheder for, at lærere får bedre betingelser for at diskutere og forholde sig til naturfagenes begrundelser og placering i det samlede uddannelsessystem.

For det andet åbner det at undersøge læreres professionelle udvikling og forandringsprocesser i netværk af sociale praksisser for muligheden for at studere sociale sammenhænge mellem de forskellige sociale praksisser og transformation af viden, holdninger og opfattelser, som kan påvirke læreres arbejde. Denne tilgang finder jeg støtte til hos Hewson (2007), som argumenterer for, at forskning i professionel udvikling ikke kun forholder sig til personerne involveret i professionel udvikling, men også til de systemer, som professionelle udviklingsprogrammer er indlejret i, og til de komplekse transformationer af viden, der finder sted i professionelle udviklingsprogrammer. Man kan godt blive ved med at forske i mikropraksisser, hvor man kun undersøger én naturfagsdidaktisk problemstilling inden for én social naturfaglig praksis i netværket, fx lærer-elev relationer i klasserummet. Men så mister man et forskningsmæssigt perspektiv, hvor man ser på de større sammenhænge mellem forskellige naturfaglige praksisser. Et eksempel er forskningen i bæredygtige forandringer af læreres professionelle udvikling. Det kan være svært at undersøge bæredygtighed, hvis man kun har fokus på afgrænsede mikropraksisser i netværket. For at udforske bæredygtighed i forandring af læreres professionelle udvikling må man se på de store sammenhænge mellem sociale naturfaglige praksisser for at undersøge, hvilke relationer mellem forskellige praksisser, der er mest effektive til at skabe bæredygtige forandringer af naturfagslæreres professionelle udvikling. Bæredygtighed må indtænkes som en del af et netværk af sociale naturfaglige praksisser. Men der findes ikke en standardmodel for bæredygtige forandringsprocessers beskaffenhed i et netværk af sociale naturfaglige praksisser, fordi sociale-kulturelle-politiske forandringer er blevet en konstant

præmis i professionel udvikling i jagten på de mest effektive undervisningsstrategier og organisationsformer i skolen. Udfordringen fra et forskningsmæssigt perspektiv er at identificere, hvilke relationer mellem forskellige sociale naturfaglige praksisser i netværket, der skaber de største effekter i lærernes professionelle udvikling. Ved at kigge efter stærke resonanser mellem forskellige naturfaglige praksisser har man mulighed for at forstå kompleksiteten i forandringsprocesser og forstå, hvilke relationer, der har størst effekt på lærernes professionelle udvikling rammesat af de sociale-kulturelle-politiske præmisser som bidrager til at konstituere netværket.

For det tredje introducerer netværksperspektivet en ny forskningsmæssig metode til at få en dybere forståelse af det, som Van Driel et al. (2012) kalder for skolens kontekstuelle og organisatoriske faktorer til professionelle udviklingsprogrammer for naturfagslærere. Med andre ord, hvordan kontekstuelle faktorer påvirker læreres professionelle udvikling i skolen, når de deltager i aktiviteter, som traditionelt kaldes for efteruddannelseskurser. Ved at bruge netværkmetaforen er det muligt at udfolde, hvordan et netværk af sociale naturfaglige praksisser bidrager til at skabe et stilladserende system omkring lærernes professionelle udvikling. Denne pointe finder støtte hos Guskey og Hewson. Guskey (2003) fremhæver kollegialt samarbejde og erfaringsudveksling i skolebaserede kontekster som en af flere effektive strategier i professionel udvikling af lærere. Men som Hewson (2007) pointerer, så handler forskning i professionel udvikling ikke kun om at studere de personer, som er involveret, men også de systemiske processer, som professionel udvikling er indlejret i. To resultater ind i den sammenhæng er, at professionel udvikling ikke udelukkende skal betragtes som noget, der foregår på en skole. Det handler også om, at lærere møder andre lærere i lærende fællesskaber uden for skolen. En pointe, som finder støtte hos Appleton (2007), der peger på, at naturfagslærere selv argumenterer for, at manglende muligheder for at diskutere og udvikle deres forståelse af naturvidenskab og undervisningsstrategier sammen med andre lærere er en barriere for deres professionelle udvikling. For det andet har programmer for læreres professionelle udvikling ikke kun lærere og elever som aktører. Det omfatter også andre typer af aktører som fx de kommunale konsulenter, skoleledere, science centre etc. Med andre ord diverse sociale naturfaglige praksisser som bidrager til læreres professionelle udvikling.

For det fjerde, når van Driel et al. (2012) taler om *kontekstuelle faktorer*, så er det en begrebsmæssig konstruktion, der sætter mange aktører i en sort kasse. Kontekstuelle faktorer signalerer, at det er ”noget udefra kommende”, som påvirker et system. Men det er et analytisk sprog, som jeg ikke har fundet anvendeligt til at forske i naturfaglige forandringsprocesser i uddannelsesreformer. For mig har det været mere produktivt at anvende netværkmetaforen til at udforske, hvordan forskellige sociale naturfaglige praksisser har bidraget til natur/teknik-læreres professionelle udvikling. Traditionelt er naturfagsdidaktik et forskningsfelt, der undersøger

naturfaglige praksisser i skolen. I denne tradition indtænkes andre elementer og aktører som *kontekstuelle faktorer*, der bidrager til naturfagsdidaktikken. Men ved at introducere netværksmetaforen forsøger jeg at skabe en bevægelse i retning af at forstå *kontekstuelle faktorer* som forskellige sociale naturfaglige praksisser, der bidrager til en bredere forståelse af de naturfaglige aktører, som bidrager til naturfagsdidaktikken. Ved at se på naturfagsdidaktikken gennem et netværksperspektiv åbner denne bevægelse den sorte kasse, som Van Driel et al. kalder for kontekstuelle faktorer, så man kan undersøge, hvordan disse faktorer bidrager til udviklingen af naturfagsdidaktikken og lærernes professionelle udvikling.

For det femte kan forskningsperspektivet i denne afhandling udfordre den måde, hvorpå man i mange år har tænkt efteruddannelse af naturfagslærere. Hvor efteruddannelse tidligere fokuserede på læreres individuelle faglige opgradering og træning i undervisningsaktiviteter, så har efteruddannelse udviklet sig mere komplekst gennem de senere år ved at inkludere et fokus på læreres kollektive udvikling af undervisningsaktiviteter, strategier til implementering af undervisningsaktiviteter samt afprøvning af nye undervisningsaktiviteter i praksis med efterfølgende kollektiv vurdering af effekten på elevernes læring. Med andre ord er efteruddannelse af lærere blevet mere komplekst. Denne kendsgerning lægger op til, at man må gentænke den måde, hvorpå man organiserer efteruddannelse, såvel ud fra den enkelte lærers perspektiv som ud fra et systemisk perspektiv. QUEST-projektet er et eksempel på bevægelsen mod denne nye forståelse af efteruddannelse af lærere (Nielsen et al., 2013). QUEST er en organisatorisk ramme, hvor aktører fra forskellige sociale naturfaglige praksisser mødes med den intention at udvikle og implementere nye undervisningsformer, undervisningsmaterialer, samarbejdsformer samt nye planlægnings- og evalueringsformer, der kan øge kvaliteten af de deltagende læreres professionelle udvikling. Dette storskala naturfaglige fagteam- og netværksorienterede forsknings- og udviklingsprojekt kan ses som en kvalificering af designet af fremtidige professionelle udviklingsprogrammer.

Forskningsmæssige resultater

I dette afsnit vender jeg tilbage til forskningsspørgsmålene og svarer på disse ved at sammenfatte hovedpointerne fra artiklerne. Afhandlingens mål er at studere sociokulturelle og politiske karakteristika ved uddannelsesreformer i perioden 2001-2009 og undersøge de sociokulturelle mekanismer i netværk af sociale naturfaglige praksisser, som har betydning for natur/tekniklæreres professionelle udvikling.

- 1. Hvad var de politiske omstændigheder for naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark i perioden 2001-2009?**
- 2. Hvad er de overordnede karakteristika ved naturfaglige uddannelsesreformer i Danmark i 2001-2009 set ud fra læreres perspektiv?**

Disse spørgsmål relaterer primært til artiklerne med de makroskopiske analyser i kapitel 8. Analyserne i artiklerne viste, at neoliberale ideer om kompetenceorientering af fagmålene og ansvarliggørelse af individet har manifesteret sig i dansk uddannelsespolitik og i konkrete reforminitiativer. De neoliberale ideer udspringer fra en global strømning, som legitimerer sig selv med reference til liberal økonomisk vækstteori, konkurrenceprincippet og individets rettigheder og ansvarliggørelse. Artikel 1, ”The neoliberal utopia and science education in Denmark; Education for working life”, relaterer en global neoliberal diskurs til den danske uddannelsespolitiske diskurs samt dokumenterer, hvordan neoliberale ideer kan spores i Fælles mål i natur/teknik (2007). En diskursanalyse bruges til at identificere magtrelationer og resonanser mellem OECD og dansk uddannelsespolitik. Analysen dokumenterer et skifte fra en dannelseorienteret uddannelsespolitik til et mere nytte- og kompetenceorienteret syn på uddannelse. Nytteperspektivet orienterer sig mod kompetencer, som primært efterspørges af erhvervslivet.

Artikel 2, ”Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisningen i Danmark – læreres ressourcer og roller i reformprocesser”, dokumenterer kvalitativ implementering af uddannelsesreformer ud fra læreres perspektiv ved brug af en intertekstuel analyse af uddannelsespolitiske dokumenter. Analysen fokuserer på tre reforminitiativers bidrag til at forme lærernes muligheder for kapacitetsudvikling. Det drejer sig om en revision af naturfagenes målsætninger, naturfagsdidaktisk efteruddannelse af naturfagslærere og en reform af grunduddannelsen af naturfagslærere. Vi antager i artiklen, at kvaliteten i forandringsprocesser i uddannelsesreformer styrkes ved at give lærerne et professionelt råderum til at fortolke reforminitiativers intentioner lokalt på skolen. Men som det konkluderes i artiklen, har der fra centralt hold ikke været tilstrækkelig opmærksomhed og tålmodighed over for den lokale

implementering af de tre reforminitiativer i skolerne og i læreruddannelsen, hvilket har ført til, at de anvendte ressourcer ikke er udnyttet optimalt i forhold til at forbedre mulighederne for elevers læring i naturfagene i skolen.

- 3. Hvilke relationer i et netværk af sociale naturfaglige praksisser kan konceptualiseres for at støtte natur/teknik-læreres professionelle udvikling?**
- 4. Hvilke muligheder og barrierer er der for natur/teknik-lærere for at deltage i udvikling af sociale naturfaglige praksisser i skolen og kommunale netværk?**

Disse spørgsmål relaterer til analyserne i artiklerne 3, 4 og 5 i kapitel 9. Spørgsmålene er forsøgt besvaret ved at karakterisere relationer mellem forskellige sociale naturfaglige praksisser og ved at kortlægge en række elementer, som bidrager, eller som har potentialet til at styrke den naturfaglige kultur i forskellige naturfaglige praksisser i netværket. De sociale naturfaglige praksisser og relationer i netværket, som konceptualiseres i artiklerne, er grafisk repræsenteret i figur 9 på side 98.

I artikel 3, "Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik", viste analysen af resultaterne fra NaTeKu-undersøgelsen 2008, at den naturfaglige kultur kan styrkes gennem konstrueret kollegialitet (Hargreaves, 2000), hvor lærere samarbejder i fagteam om planlægning og udvikling af natur/teknik-undervisning, og de udveksler fagopfattelser, værdier, normer og undervisningserfaringer. Styrkelsen af den naturfaglige kultur i skolen kan støttes ved, at ledelsen prioriterer samarbejdet mellem natur/teknik-lærerne om planlægning og udvikling af undervisningen, samt at der allokeres ressourcer til indkøb af materialer. Kommunale ressourcer kan også være af stor betydning for lærernes mulighed for at udvikle den naturfaglige kultur på skolen, men det kræver, at lærerne er blevet informeret om de ressourcer, som kommunen kan tilbyde, fx kommunale undervisningstilbud, støtte fra den kommunale naturfaglige konsulent og kommunale undervisningsmaterialer. De største trusler mod udviklingen af den naturfaglige kultur på skolen er ledelsens manglende engagement i fagteamudviklingen, og at lærerne vurderer, at samarbejde med andre lærere ikke bidrager med noget til deres egen planlægning af undervisningen.

Artikel 5, "Exploring the effects of developing collaboration in a primary science teacher community", støtter resultaterne i artikel 3 og bidrager desuden med to resultater. For det første har NaTeKu-projektet bidraget kvalitativt til at rammesætte udviklingen af samarbejde og videndeling blandt natur/teknik-lærere i et fagteam. For det andet kan lærernes rolle og ansvarsfordeling i et fagteam variere over tid, hvis der er flere forskellige aktiviteter i gang samtidig. Denne måde at dele opgaver på muliggør, at flere forskellige naturfagslærere kan deltage som aktive medlemmer i naturfagsteamets arbejde. Men det kræver støtte fra skolelederen

til koordination af opgaverne, så forskellige naturfagslærere får råderum i de aktiviteter, som vedkommende deltager i. For det andet, at lærerne i fagteamet giver hinanden råderum til professionel udvikling, og de kan se en værdi i at videndele undervisningserfaringer med hinanden.

På det kommunale niveau viste analysen i artikel 4, "Municipal consultants' participation in building networks to support science teachers' work", at kommunale naturfagsnetværk er en social naturfaglig praksis, der kan danne bindeled mellem naturfagsteams på skoler og forskellige andre typer sociale naturfaglige praksisser som fx science centre, NaTeKu, professionshøjskoler, universiteter etc. For det andet kan kommunale netværk være en produktiv naturfaglig praksis for natur/teknik-lærere, hvis der i netværket laves aktiviteter, der giver lærerne muligheder for at videndele og vurdere undervisningsaktiviteter i fællesskab, og lærerne får muligheder for faglig sparring med eksterne faglige eksperter, der formidler ny viden på netværksmøder. En central aktør i udviklingen og vedligeholdelsen af de kommunale netværk er den kommunale naturfaglige konsulent. Den kommunale naturfaglige konsulent kan bidrage til udvikling af den naturfaglige kultur på skoler og i kommunale netværk. Konsulentens rolle som støttende faktor i natur/teknik-læreres professionelle udvikling i fagteam- og netværksaktiviteter er karakteriseret ved personlige stabile kontakter ind i naturfagslærernes miljø, ressourcer til netværksaktiviteter, deltagelse i strategisk planlægning af kommunal støtte samt facilitering af udvikling af nye undervisningsaktiviteter i skoler og i samarbejder mellem skoler.

5. Hvordan kan natur/teknik-læreres relationer i sociale naturfaglige praksisser i skolen støtte deres udvikling af professionel identitet?

Dette spørgsmål relaterer til analysen i artikel 6, "Udvikling af naturfagslæreres professionelle identitet i lærende fællesskaber", i kapitel 9, som viste, at to nyuddannede natur/teknik-læreres professionelle identitetsudvikling gik i forskellige retninger, fordi deres forskellige samarbejdsrelationer skabte forskellige muligheder og barrierer for at afprøve deres professionelle identitet. Ingers relationer indeholdte en del flere barrierer for, at hun kunne udvikle sin professionelle identitet, end Henriks relationer gjorde. Barriererne for Ingers muligheder for at udvikle sin professionelle identitet var manglende engagement fra en team-kollega og et teamsamarbejde på et bestemt klassetrin, som ikke fungerede. Hvad der ikke lykkedes for Inger, lykkedes til gengæld for Henrik. Hans succesfulde udvikling af en professionel identitet som natur/teknik-lærer blev støttet gennem et konstruktivt samarbejde med en team-kollega og en sprogvejleder, som deltog i teamsamarbejdet omkring Henriks natur/teknik-klasse.

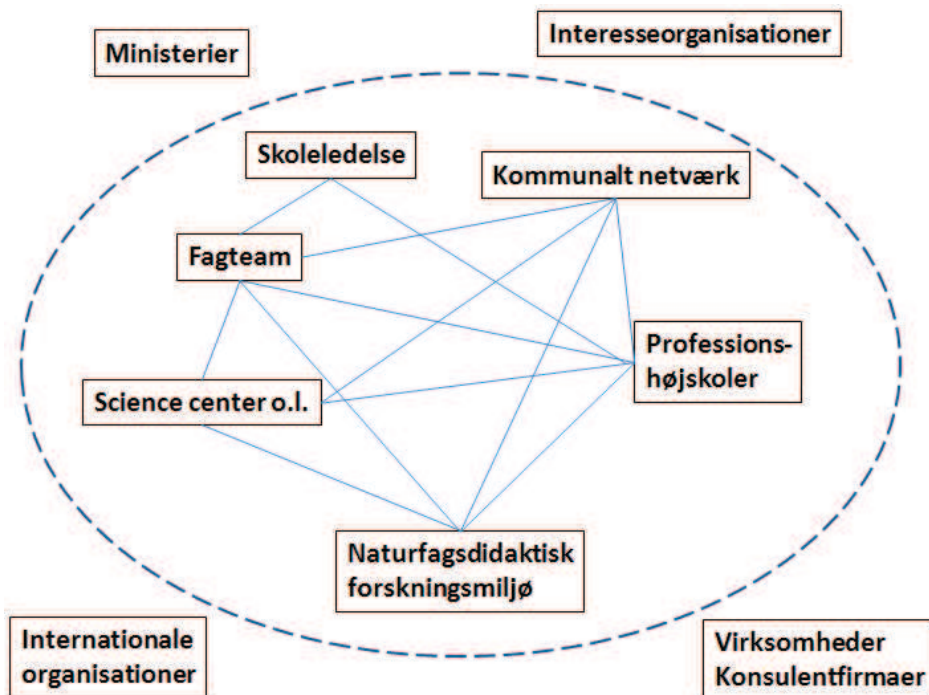
Disse resultater kan bruges af forskellige aktører i uddannelsessystemet til at overveje, hvordan man skal stilladsere læreres professionelle udvikling og deltagelse i forandringsprocesser. For det første peger resultaterne på, hvordan effektiv professionel udvikling organiseres i lærende fællesskaber i skoler og kommunale netværk. For det andet udsiger det noget om, hvordan forandringsprocesser i fagteamet, skolen og i det kommunale netværk kan organiseres, så lærere får mulighed for faglig udvikling og videndeling med kolleger. For det tredje kan det udledes, at integration af flere forskellige udviklingsprojekter i en skole kan skabe synergier, som bidrager til at styrke mulighederne for læreres professionelle udvikling. Og endelig for det fjerde må man konkludere, at der er behov for pædagogisk ledelse og koordination for at stilladsere læreres professionelle udvikling i sociale praksisser i netværket. I skolen er det skolelederen, som har den rolle. I fagteamet er det fagteamkoordinatoren. I et kommunalt netværk er det den kommunale naturfaglige konsulent.

På baggrund af disse resultater opstiller jeg i næste afsnit et fremtidsscenario for naturfagslæreres professionelle udvikling.

Fremtidsscenario: Naturfaglæreres professionelle udvikling i et netværk af sociale naturfaglige praksisser

I dette afsnit beskriver jeg et fremtidsscenario for et netværk af sociale naturfaglige praksisser, der kan stilladsere naturfagslæreres professionelle udvikling. Figur 10 illustrerer netværket. Den stiplede cirkel er lagt ind for at markere de sociale naturfaglige praksisser, som jeg udfolder i dette fremtidsscenario herunder skolen, naturfagsteamet, de kommunale netværk, science centre o.l., de naturfagsdidaktiske miljøer ved professionshøjskolerne og universiteterne. Sociale naturfaglige praksisser uden for cirklen spiller også en rolle med hensyn til at rammesætte undervisningen, men i forhold til operationaliseringen af naturfagslæreres professionelle udvikling er det primært de sociale naturfaglige praksisser, som er inden for cirklen, der spiller en rolle. Relationerne mellem forskellige naturfaglige praksisser i netværket er konceptualiseret i artiklerne i denne afhandling.

Figur 10: Et netværk af de sociale naturfaglige praksisser, der spiller en rolle i læreres professionelle udvikling



Skoler og naturfagsteam

Et naturfagsteam kan organiseres som en lokal ramme for læreres professionelle udvikling efter principperne for professionelle lærende fællesskaber. Artikel 3, 5 og 6 viser, at ved at organisere fagteams som lærende fællesskaber styrkes den faglige udvikling i teamet, og der skabes således et miljø for at udvikle den lokale naturfaglige kultur på skolen. En pointe i denne sammenhæng er, at det primære fokus i naturfagsteamet bør være at evaluere elevernes udbytte af skolens naturfaglige undervisning. Fagteammøder bruges til at vurdere de forskellige undervisningsaktiviteter, som lærerne præsenterer for hinanden med den hensigt at vurdere elevernes læringsudbytte. Evalueringsformer kan fx være lektionsstudier, videoobservation af undervisning eller aktionslæringsforløb. Det næste skridt i evalueringsprocessen er, at fagteamet overvejer, hvordan man kan justere eller udvikle nye undervisningsaktiviteter.

Resultaterne i artikel 3, 5 og 6 viser, at ledelsens engagement er et vigtigt element for fagteamets pædagogiske arbejde. Dialogen mellem fagteamet og ledelsen kan være med til at skabe de optimale rammer i fagteamet for lærernes kollaborative udvikling af undervisningsaktiviteter.

En naturfagsvejleder i fagteamet kan spille en central rolle som igangsætter af pædagogiske udviklingsaktiviteter i fagteamet. Vejlederen kan samarbejde med skolens ledelse om at planlægge, kvalificere og tilrettelægge fagteamets pædagogiske arbejde.

Engang imellem kan et fagteam have behov for at hente inspiration fra andre naturfaglige praksisser. Her kan naturfagslæreres deltagelse i de kommunale naturfaglige netværk spille en væsentlig rolle. Deltagelsen i netværksaktiviteter giver måske mulighed for at se andre skolars eksempler på god naturfagsundervisning og at bruge det som en mulighed for at vurdere kvaliteten af egne undervisningseksempler.

Et samarbejde med kommunens naturfaglige konsulent kan være god sparring dels til at få nye input til naturfagsteamets aktiviteter, dels til at kvalificere egne undervisningseksempler, når de skal præsenteres for andre lærere på netværksmøder. Den form for systematisk videndeling kan være særdeles effektiv for udviklingen af den enkelte lærers undervisningsfaglige kompetencer og for udviklingen af skolens samlede naturfagsundervisning.

Kommunale netværk, naturfaglige konsulenter og skoleforvaltninger

De kommunale netværk kan fungere som bindeled mellem forskellige sociale naturfaglige praksisser i kommunen som fx skoler, fagteams, naturskoler, science centre og eksterne faglige eksperter, som leverer ny inspiration til netværksdeltagernes undervisning.

Det koster ressourcer at drive kommunale netværk, og det er et strategisk valg, som kommunerne og skolerne må træffe, om de vil bruge ressourcerne til at drive netværk. Udfordringen for kommuner og skoler er, at afkastet måske ikke er målbart på kort sigt. Så der må opstilles kvalitetssikringssystemer, der kan bidrage til at synliggøre effekterne ved at drive netværk.

En central aktør i et netværk er den kommunale naturfaglige konsulent, der fungerer som brobygger mellem de forskellige sociale naturfaglige praksisser i netværket, og som har kontakten til de eksterne naturfaglige praksisser, der bidrager til at stilladsere aktiviteter i det kommunale naturfaglige netværk. Den naturfaglige konsulent har mange forskellige funktioner i et kommunalt netværk. Fx kan en funktion være tilrettelæggelsen af workshops, hvor netværksdeltagerne arbejder med ny viden om naturfagsundervisningen, ligesom deltagelse i strategisk planlægning af den kommunale naturfaglige indsats kan være en opgave for vedkommende. Konsulentens succesfulde deltagelse i netværket afhænger af adgang til ressourcer samt et ledelsesmæssigt råderum til at planlægge og tilrettelægge netværksaktiviteter.

Forskningen viser, at kommunale netværk designet efter principper for lærende fællesskaber har en stor effekt på elevernes læring i skolen. Det betyder, at de workshops, hvor lærere fra forskellige skoler mødes for at vurdere læringseffekten af forskellige undervisningseksempler, må være en central netværksaktivitet. Men netværk skal også tilbyde lærere inspiration til nye

undervisningsaktiviteter og arbejdsformer i aktionslæringsforløb for på den måde at udvikle den daglige undervisning.

Science centre o.l.

Science centre er her forstået som en bred kategori af sociale naturfaglige praksisser, som fx Naturvidenskabernes Hus, Energimuseet, AQUA, naturskoler eller et kommunalt materialecenter. Et science center har mulighed for at facilitere den enkelte skole og tilbyde alternative læringsrum til skoleklasser i undervisningen. De kan også inviteres som eksterne aktører i netværksaktiviteter eller selv være vært for netværksaktiviteter. Der ses flere eksempler i kommunerne, hvor science centre driver lærernetværk mellem forskellige skoler.

Der er i de senere år også set en del eksempler på, at science centre har kapacitet til at initiere og lede projekter, der handler om at stilladsere læreres professionelle udvikling. NaTeKu-projektet er et eksempel på et designeksperiment, hvor Naturvidenskabernes Hus samlede forskellige sociale naturfaglige praksisser til at samarbejde om at tilrettelægge professionelle udviklingsaktiviteter for natur/teknik-lærere. Projekter som NaTeKu er en mulighed for at skabe en organisatorisk ramme, hvor forskellige sociale naturfaglige praksisser i uddannelsessystemet kan mødes med den hensigt at styrke den naturfaglige kultur i skolen og stilladsere naturfagslæreres professionelle udvikling.

Naturfagsdidaktiske miljøer ved professionshøjskoler og universiteter

Dette forskningsmæssige felts bidrag til læreres professionelle udvikling i et netværk af sociale praksisser er uddybet i diskussionen i første afsnit, hvor jeg redegjorde for forskellige måder, hvorpå det naturfagsdidaktiske forskningsmiljø kan bidrage til netværk af sociale praksisser med forskningsbaseret viden om, hvilke relationer i netværket, der har stor effekt på læreres professionelle udvikling.

Forskningsperspektiverne ved at anvende begrebet netværk af sociale naturfaglige praksisser åbner også nye måder at tilrettelægge aktiviteter i læreruddannelsens naturfag på, fordi undervisning ikke kun drejer sig om det, der foregår i et undervisningslokale, men også inkluderer at medtænke andre naturfaglige praksisser. Det er en bevægelse, som vil udfordre både mange læreruddannedes og lærerstuderendes forståelse af, hvad en læreruddannelse indbefatter. Her er der et uudnyttet potentiale, fordi professionshøjskolernes naturfagsdidaktiske miljøer har en ekspertise i at kombinere henholdsvis en didaktisk faglighed, en undervisningsfaglighed og en fagfaglighed, hvilket åbner mulighed for at eksperimentere med undervisnings-, evaluerings- og arbejdsformer i naturfagene. Læreruddannelsen gennemgår i disse år store forandringer samtidig med, at læreruddannelse kompetenceudvikles til at inkludere forsknings- og evidensbaseret viden mere aktivt i undervisningen. Læreruddannede har en ekspertise i at kombinere fagdidaktisk

teoretisk viden og praksisviden i de lærerstuderendes kompetenceudvikling, som kan bruges i projekter, der fokuserer på læreres professionelle udvikling. Designet i den nye læreruddannelse åbner også mulighed for, at lærerstuderende og lærere kan samarbejde om at eksperimentere med nye undervisningsaktiviteter og på den måde gennemgå en fælles kompetenceudvikling. Den form for samarbejde kan skabe muligheder for, at både lærere og lærerstuderende får mulighed for at reflektere over naturfagernes metaperspektiver. Læreruddannere kan også drage nytte af et tættere samarbejde med praksis i skolen ved at mødes med lærere for at diskutere eksempler på god undervisningspraksis. Det kan være med til at gøre undervisningen i læreruddannelsen mere praksisorienteret samtidig med, at det vil kunne bidrage til en diskurs i læreruddannelsen om kvalitet i skolens naturfagsundervisning.

11. Referencer

- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Andersen, N. O. (2006). *Fremtidens naturfag i folkeskolen: Rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen* [Science in the public school in the future: report from the Committee to preparation of an actionplan for science in the public school]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Andersen, N. O. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi* [Science Education in the future: Science for all - visions and possible strategy]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Andersen, N. O. (2008). *Et fælles løft - rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for natur, teknik og sundhed*. Undervisningsministeriet.
- Appleton, K. (2007). Elementary science teaching. *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates,
- Atkin, J. M., & Black, P. J. (2003). *Inside science education reform: A history of curricular and policy change* Teachers College Press.
- Bascia, N. (2005). *International handbook of educational policy*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Beauchamp, C., & Thomas, L. (2009). Understanding teacher identity: An overview of issues in the literature and implications for teacher education. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 175-189.
- Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20(2), 107-128.
- Biesta, G. (2005). Against learning: Reclaiming a language for education in an age of learning. *Nordisk Pedagogik*, 25(1), 54-66.
- Biesta, G. (2007). WHY "WHAT WORKS" WON'T WORK: EVIDENCE-BASED PRACTICE AND THE DEMOCRATIC DEFICIT IN EDUCATIONAL RESEARCH. *Educational Theory*, 57(1), 1-22.
- Bolam, R., McMahon, A., Stoll, L., Thomas, S., Wallace, M., & Hawkey, K. (2005). Creating and sustaining effective professional learning communities. Retrieved April, 20, 2008.
- Boreham, N. (2004). A theory of collective competence: Challenging the neo-liberal individualisation of performance at work. *British Journal of Educational Studies*, 52(1), 5-17.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.

- Bourdieu, P., & Gustavsson, B. (1998). *Moteld: Texter mot nyliberalismens utbredning* [Texts against the propagation of neoliberalism] (B. Gustavsson Trans.). Sweden: Bo Östlings bogforlag.
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* Oxford university press.
- Carlsen, J. (2005). Kompetence og dannelse. [Competence and Bildung] *Kvan*, 25(71), 29-40.
- Centre for Educational Research and Innovation, & OECD. (1997). *Education at a glance: OECD indicators 1997*. Paris: OECD.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. London: Sage.
- Christensen, O. R., Stentoft, D., & Valero, P. (2008). Power distribution in the network of mathematics education practices. In E. de Freitas, & K. Nolan (Eds.), *Opening the research text* (pp. 131-157). New York: Springer.
- Dahler-Larsen, P. (2008). *Kvalitetens beskaffenhed* (1. udg. ed.). Odense: Syddansk Universitetsforlag.
- Darling-Hammond, L. (2005). Policy and change: Getting beyond bureaucracy. In A. Hargreaves (Ed.), *Extending educational change* (pp. 362-387). Netherlands: Springer. doi:10.1007/1-4020-4453-4_18
- Darling-Hammond, L. (1998). Policy and change: Getting beyond bureaucracy. In A. H. e. al. (Ed.), *International handbook of educational change* (pp. 642-667). Dordrecht: Kluwer.
- Day, C., Kington, A., Stobart, G., & Sammons, P. (2006). The personal and professional selves of teachers: Stable and unstable identities. *British Educational Research Journal*, 32(04), 601-616.
- DeSeCo. (2005). The definition and selection of key competencies. Retrieved 17/11, 2011, from <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf>
- DeSeCo. (2008). Introduction to DeSeCo. Retrieved 2/21, 2009, from <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index.html>
- Dewey, J. (1938). *Experience and education* (First Touchstone edition 1997 ed.). New York: Simon & Schuster.
- Dolin, J. (2005). Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA*, 1(1), 7-23.
- Donnelly, J. F., & Jenkins, E. W. (2001). *Science education: Policy, professionalism, and change*. London: Poul Chapman.
- Dupont, K., & Holm-Larsen, S. (2006). *Folkeskoleloven 2006: Sammenstilling, bemærkninger og gennemførelsesbestemmelser m.v.* [Public School Act 2006: Commented]. Vejle: Kroghs Forlag.
- Durand-Drouhin, M. (1996). *Assessing and certifying occupational skills and competences in vocational education and training* Organization for Economic Cooperation & Development.

- Egelund, N. (2002). Ulla tønæs' 10 skridt mod en bedre folkeskole. [The Ministry of Education's 10 step towards a better public school] *Uddannelse*, 35(6), 4-13.
- Fairclough, N. (2001). *Language and power*. Harlow, England: Pearson Education.
- Fensham, P. (2011). The challenge of generic conferences to science education. *Esera 2011: Science Learning & Citizenship, in Press*, Lyon, France.
- Fibonacci. (2013). The fibonacci project - disseminating inquiry-based mathematics and science education in europe. Retrieved 2/1, 2014, from <http://www.fibonacci-project.eu/>
- Fregerstev, P., & Jørgensen, M. (2000). *Ny lærer - om de to første år med sytten nyuddannede lærere*. Aarhus: Aarhus Dag- og Aftenseminarium.
- Fullan, M. (2005). The meaning of educational change: A quarter of a century of learning. *The roots of educational change* (pp. 202-216). Springer.
- Fullan, M. (2010). *Second international handbook of educational change*. Springer.
- Fullan, M. (1992). *Successful school improvement. the implementation perspective and beyond*. Buckingham: Open University Press.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. New York: Teachers College Press.
- Gee, J. P. (2010). *An introduction to discourse analysis: Theory and method* Taylor & Francis.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2009). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research* Transaction Books.
- Guskey, T. R. (2003). What makes professional development effective? *Phi Delta Kappan*, 84(10), 748-750.
- Hargreaves, A. (2000). *Nye lærere, nye tider. lærerarbejde og lærerkultur i en postmoderne tid*. Århus: Klim.
- Hargreaves, A., & Fink, D. (2006). *Sustainable leadership*. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass.
- Hermann, S. (2007). *Magt & oplysning: Folkeskolen 1950-2006* [Power and information: The public school 1950-2006]. Copenhagen: Unge Pædagoger.
- Hewson, P. W. (2007). Teacher professional development in science. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 1177-1203). Mahwah, New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum.
- Hofstede, G. (1983). The cultural relativity of organizational practices and theories. *Journal of International Business Studies*, 14(2), 75-89.
- House, E. R., & Mcquillan, P. J. (2005). Three perspectives on school reform. (pp. 186-201) Springer.
- Højgaard, T., Bundsgaard, J., Sølberg, J., & Elmose, S. (2010). Kompetencemål i praksis: Foranalysen bag projektet KOMPIS. *MONA: Matematik Og Naturfagsdidaktik*, (3), 7-29.

- Jackson, D., & Temperley, J. (2007). From professional learning community to networked learning community. In L. Stoll, & K. S. Louis (Eds.), *Professional learning communities: Divergence, depth and dilemmas* (pp. 45-62)
- Johansen, J. R. (2005). PISA fejlbedømmer danske skoleelever. Retrieved 09/02, 2011, from www.folkeskolen.dk
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Jørgensen, P. S. (1999). Hvad er kompetence?—Og hvorfor er det nødvendigt med et nyt begreb. [What is a competence? - and why is it necessary with a new concept] *Uddannelse*, 9, 4-13.
- Karlsen, G. E. (2004). Professionalism in a governance perspective - the governance of teacher education and teacher profession in a global perspective. *Professionalism, Trust and Competence Conference*, Oslo.
- Klaudi Klausen, K., & Ståhlberg, K. (1998). *New public management i Norden: Nye organisations- og ledelsesformer i den decentrale velfærdsstat* [New Public Management i Scandinavia: New trends in organization and management in the decentralized welfarestate]. Odense: Odense Universitetsforlag.
- Kolind, L. (1999). *Kompetencerådets rapport 1999: Danmarks nationale kompetenceregnskab* [The National Danish Competencemap: Report from the Competence Council]. Copenhagen: Mandag Morgen Strategisk Forum.
- Kvale, S. (2004). *Interviews. an introduction to qualitative research interviewing*. London: Sage Publications Inc.
- Larsen, T., & Fogh Rasmussen, A. (2003). *Anders fogh rasmussen: I godt vejr og storm* [Anders Fogh Rasmussen: In good weather and storm] (Third ed.). Copenhagen: Gyldendal.
- Latour, B. (2005). Reassembling the social-an introduction to actor-network-theory. *Reassembling the Social-an Introduction to Actor-Network-Theory, by Bruno Latour, Pp.316.Foreword by Bruno Latour.Oxford University Press, Sep 2005.ISBN-10: 0199256047.ISBN-13: 9780199256044, 1*
- Launsø, L., & Rieper, O. (2005). *Forskning om og med mennesker : Forskningsstyper og forskningsmetoder i samfundsforskning* (5th ed.). Kbh.: Nyt Nordisk Forlag.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation* Cambridge university press.
- Lee, V. E., & Smith, J. B. (1996). Collective responsibility for learning and its effects on gains in achievement for early secondary school students. *American Journal of Education*, 104(2), 103-147.
- Lee, V. E., Smith, J. B., & Croninger, R. G. (1997). How high school organization influences the equitable distribution of learning in mathematics and science. *Sociology of Education*, 70(2), 128-150.

- Lemke, T. (2001). 'The birth of bio-politics': Michel Foucault's lecture at the Collège de France on neo-liberal governmentality. *Economy and Society*, 30(2), 190-207.
- Levitt, K. E. (2002). An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science Education*, 86(1), 1-22.
- Lieberman, A. (2000). Networks as learning communities shaping the future of teacher development. *Journal of Teacher Education*, 51(3), 221-227.
- Lieberman, A. (2005). *The roots of educational change* Springer.
- Lov om Folkeskolen. (1993). Lov om folkeskolen 1993. Retrieved 8/27, 2011, from <http://inet.dpb.dpu.dk/ress/skolelove/folkeskole/30.06.1993.html>
- Luehmann, A. L. (2007). Identity development as a lens to science teacher preparation. *Science Education*, 91(5), 822-839.
- Lundahl, L. (2006). Swedish, European, global - the transformation of the Swedish welfare state. In B. Lingard, & J. Ozga (Eds.), *The RoutledgeFalmer reader in education policy and politics* (pp. 117-130). London: Routledge.
- Mayo, P. (2009). The 'Competence' Discourse in education and the struggle for social agency and critical citizenship. *International Journal of Educational Policies*, 3(2), 5-16.
- McLaughlin, M. W., & Talbert, J. E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement*. New York: Teachers College Press.
- Mehlbye, J., & Ringsmose, C. (2004). *Elementer i god skolepraksis - de gode eksempler*. Kbh.: AKF.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2. edition ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Maaløe, E. (2002). *Casestudier af og om mennesker i organisationer: Forberedelse, feltarbejde, generering, tolkning og sammendrag af data for eksplorativ integration, test og udvikling af teori* (2. udgave ed.). [Kbh.]: Akademisk Forlag.
- National Commission on Excellence in Education. (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform: An open letter to the American people: A report to the nation and the secretary of education, United States Department of Education*. Washington, D. C.: United States Government Office.
- Neergaard, H. (2007). *Udvælgelse af cases i kvalitative undersøgelser* (2. udgave ed.). Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Nielsen, B. L., Pontoppidan, B., Sillasen, M. K., Mogensen, A., & Nielsen, K. (2013). QUEST-et storskalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. *Mona*, 2013(2)
- NTA. (2014). Naturvetenskap och teknik för alla. Retrieved 2/1, 2014, from <http://www.ntaskolutveckling.se/In-English/>

- OECD. (1960). Convention on the organisation for economic co-operation and development. Retrieved 8/27, 2011, from www.oecd.org/document/7/0,3343,en_2649_2011185_1915847_1_1_1_1,00.html
- OECD. (1989). *Education and the economy in a changing society*. Paris: OECD.
- OECD. (2001). *Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000: Executive summary*. Paris: OECD.
- Ong, A. (2006). *Neoliberalism as exception* Duke University Press Durham, NC.
- Ostermeier, C., Prenzel, M., & Duit, R. (2010). Improving science and mathematics instruction: The SINUS project as an example for reform as teacher professional development. *International Journal of Science Education*, 32(3), 303-327.
- Pais, A., & Valero, P. (2011). Beyond disavowing the politics of equity and quality in mathematics education. In B. Atweh, W. Secada, M. Graven & P. Valero (Eds.), *Mapping equity and quality in mathematics education* (pp. 35-48). Dordrecht: Springer.
- Peters, M. A. (2001). *Poststructuralism, marxism, and neoliberalism: Between theory and politics*. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield Pub Inc.
- Popkewitz, T. (2004). The alchemy of the mathematics curriculum: Inscriptions and the fabrication of the child. *American Educational Research Journal*, 41(1), 3.
- Ranson, S. (2003). Public accountability in the age of neo-liberal governance. *Journal of Education Policy*, 18(5), 459-480.
- Regeringen. (2001). *Vækst, velfærd, fornyelse: Regeringsgrundlaget 26. november 2001* [Growth, welfare and renewal: Government strategic plan, november 26th 2001]. Copenhagen: The Danish Government.
- Regeringen. (2002). *Bedre uddannelser - handlingsplan* [Actionplan for Better Educations] (1st ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Regeringen. (2006). *Fremgang, fornyelse og tryghed: Strategi for danmark i den globale økonomi* [Prosperity, innovation and security: Strategy for Denmark in the global economy]. Copenhagen: The Danish Government.
- Richard, V., & Bader, B. (2010). Re-presenting the social construction of science in light of the propositions of bruno latour: For a renewal of the school conception of science in secondary schools. *Science Education*, 94(4), 743-759.
- Ringsted, M. (1999). Dansk arbejdsgiverforenings syn på kompetenceudvikling. [Danish Employers Society's view on competence development] *Uddannelse*, 32(9), 46-49.
- Roth, W. M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2), 263-291.
- Rubenson, K. (2008). OECD education policies and world hegemony. In R. Mahon, & S. McBride (Eds.), *The OECD and transnational governance* (pp. 242-259). Vancouver: The UBC Press.

- Rychen, D. S. E., & Salganik, L. H. E. (2001). In Rychen D. S. E., Salganik L. H. E. (Eds.), *Defining and selecting key competencies*. Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.
- Rychen, D. S. E., & Salganik, L. H. E. (2003). In Rychen D. S. E., Salganik L. H. E. (Eds.), *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.
- Schedler, A. (1999). Conceptualizing accountability. In A. Schedler, L. Diamond & M. F. Plattner (Eds.), *Power and accountability in new democracies* (pp. 13-28). Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers.
- Sfard, A., & Prusak, A. (2005). Telling identities: In search of an analytic tool for investigating learning as a culturally shaped activity. *Educational Researcher*, 34(4), 14-22. doi:10.3102/0013189X034004014
- Sillasen, M. K., & Valero, P. (2011). *Natur/teknik og den naturfaglige kultur - evalueringsrapport*. (Evaluation No. 1). Bjerringbro, Denmark: Naturvidenskabernes Hus. Retrieved from [https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/naturteknik-og-den-naturfaglige-kultur-i-folkeskolen\(caac94ba-ea68-4ac2-91b3-99e1cd531b4d\).html](https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/naturteknik-og-den-naturfaglige-kultur-i-folkeskolen(caac94ba-ea68-4ac2-91b3-99e1cd531b4d).html)
- Sillasen, M. K., Valero, P., & Sørensen, S. C. (2010). Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik. *MONA: Matematik Og Naturfagsdidaktik*, (2)
- Sillasen, M. K., & Valero, P. (2012). Municipal consultants' participation in building networks to support science teachers' work. *Cultural Studies of Science Education Vol. 1(4)*, DOI 10.1007/s11422-012-9478-z , ISSN 1871-1502.
- Sillasen, M. K., Schmidt, J. R., Daugbjerg, P. S., & Valero, P. (2011). Kvaliteter ved reformer af naturfagsundervisning i Danmark: Læreres ressourcer og roller i reformprocesser. [The qualities about reforms in science education in Denmark: Teachers resources and roles in changeprocesses] *MONA*, 2011(1), 39-56.
- Statsministeriet. (2005). Nye mål, regeringsgrundlaget 2005 (new aims, government strategy 2005). Retrieved 8/27, 2011, from <http://www.stm.dk/publikationer/reggrund05/index.htm>
- Stein, M. K., Silver, E. A., & Smith, M. S. (1998). Mathematics reform and teacher development: A community of practice perspective. *Thinking Practices in Mathematics and Science Learning*, , 17-52.
- Säljö, R. (2003). *Læring i praksis: - Et sociokulturelt perspektiv*. Kbh: Hans Reitzels Forlag.
- Sølberg, J. (2006). Den lokale naturfaglige kultur - et fokus for udvikling. *MONA*, 2006(1), 7-22.
- Sølberg, J. (2007). *Udvikling af lokale naturfaglige kulturer - barrierer og muligheder for skoleudvikling i forbindelse med science team K projektet*. (Ph.d., Damarks Pædagogiske Universitet). M.Sc., 159.
- Søndergaard, K. O., Bang Pedersen, A., & Seest, L. (2009). *Natur, teknik og sundhed: For alle og for de få, i bredden og i dybden* [Science, Technology and health Education: For alle and for the few] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).
- Sørensen, H., Horn, F., & Dragsted, S. (2005). Får natur/teknik en fremtid? *MONA*, 1

Tobin, K. G., & Roth, W. (2007). *Science, learning, identity. sociocultural and cultural-historical perspectives*. Rotterdam: Sense Publishers.

Tørnæs, U. (2004). Press release, december 6th 2004. Retrieved 01/10, 2010, from www.uvm.dk

Undervisningsministeriet. (1994). *Formål og centrale kundskabs- og færdighedsområder - folkeskolens fag* [Purpose and Core Knowledge and Skills in Public Schools]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2002a). *Bedre uddannelser* [Better Educations]. Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2002b). *Klare mål - fysik/kemi* [Clear Aims - physics/chemistry] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2004). *Fælles mål - natur/teknik* [Common Aims - Nature and Technology] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Undervisningsministeriet. (2008). The aims of the folkeskole. Retrieved 8/16, 2011, from <http://eng.uvm.dk/Uddannelse/Primary%20and%20Lower%20Secondary%20Education/The%20Folkeskole/The%20Aims%20of%20the.aspx>

Undervisningsministeriet. (2009). Fælles mål, common aims. Retrieved 03/01, 2009, from <http://www.klaremaal.uvm.dk/index.html>

Undervisningsministeriet, & Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling. (2004). *Bedre uddannelser - fra ord til handling: Status tre år efter regeringens tiltrædelse* [Better educations - statusreport af three years with a conservative -liberal government] (1. udgave ed.). Copenhagen: Undervisningsministeriet (Department of Education).

Valero, P. (2009). CERME 6–PLENARY 2 mathematics education as a network of social practices. *Proceedings of CERME 6, January 28th-February 1st 2009*, Lyon, France.

van Driel, J. H., Meirink, J., van Veen, K., & Zwart, R. (2012). Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: A review of design features and quality of research. *Studies in Science Education*, 48(2), 129-160.

Veje, C. J. (2001). *Natur/teknik i folkeskolen: Hvorfor og hvordan* [Nature and Technology in the Public School: why and how] (1. udgave ed.). Copenhagen: Alinea.

Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 80-91.

Wedge, T. (2003). *Kompetence(begreber) som konstruktion* [Competencies as a construction]. Roskilde: Center for forskning i matematiklæring.

Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. (2007). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge* Harvard Business School Press.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity* (Reprint ed.). Cambridge: Cambridge University.

Wenger, E. (2006). *Praksisfællesskaber. læring, mening og identitet*. Kbh.: Hans Reitzel.

12. Bilag

Bilagene til denne afhandling findes via linket <http://kortlink.dk/viauc/ds3v>. De kan også rekvireres ved henvendelse til forfatteren per mail: msil@via.dk eller martinsillasen@gmail.com.

| Bilag # | Titel |
|---------|--|
| 1 | NaTeKu Spørgeskema 2008 |
| 2 | NaTeKu Spørgeskema 2010 |
| 3 | NaTeKu Selvevalueringsguide skoler (2010) |
| 4 | Spørgsmålsguide til Kommunale Konsulenter (Kommunal konsulentundersøgelse 2010) |
| 5 | Introbrev til skolerne (casestudier) |
| 6 | Informationsark til lærerne (casestudier) |
| 7 | Inteviewguide til lærerne (casestudier) |
| 8 | Oplæg til opfølgende interview (casestudier) |
| 9 | NaTeKu-projekt slutevaluering |
| 10 | Beskrivelse af evalueringsprojekt knyttet til NaTeKu-projektet (udviklingsprojekt) |
| 11 | Skolernes selvevaluering sammenfatning (2010) |
| 12 | Operationalisering af NaTeKu spørgeskema 2008 |
| 13 | NaTeKu projektansøgning 2007 |
| 14 | NaTeKu-projektet: Mål og succeskriterier for udviklingsprojekt |
| 15 | Delrapport NaTeKu-undersøgelsen 2008 |
| 16 | Operationalisering af NaTeKu spørgeskema 2010 |