



Laboratorieforsøgs betydning for elevers læring, set gennem lærernes briller

- Undersøgelse af elevers undervisningsevalueringsskemaer
- Kvalitativ analyse af interviews med science-lærere



Martin Mejlhede Jensen
Masterafhandling – Master i scienceundervisning

Vejleder: Helle Mathiasen

IND's studenterserie nr. 66, 2018

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

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

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

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

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

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Resume.....	4
2. Abstract.....	5
3. Forord.....	6
4. Indledning	7
Laboratorieforsøgs rolle i naturfag - historisk	7
Undervisningsministeriet: 20% eksperimentelt	7
4a. Primært udgangspunkt for masterprojektet.....	8
Min for forståelse	8
Primært problemfelt.....	9
mixed method	9
4b: Indledning: Afgrænsning	9
Definition af begrebet "Laboratorieforsøg"	10
4c: Indledning: Masterprojektets opbygning.....	11
5: Teori.....	12
Sanselige aspekter af laboratorieforsøg	12
Læringspyramiden	12
Forståelsesmæssige aspekter og naturvidenskabeligt sprog	13
Færre elever i lokalet – og mere lærerressource	14
Variation i læringsrum og ændrede lærer-elevroller	14
Overraskelse og aha-oplevelser.....	16
Motivation og lærer-elev-relation	17
IBSE (UBNU)	19
6. Undersøgelse af elev-evalueringsskemaer.....	20
6a: Elev-evalueringer: Metode	20
Indsamling af data	20
analyse af evalueringsskemaer.....	21
6b: Elev-evalueringer: Resultater.....	22
Kvantitativ gennemgang af undervisningsevalueringer	22
Kvalitativ gennemgang af undervisningsevalueringsskemaer.....	22
6c: Elev-evalueringer: Fortolkning	23
Genfindes de kvantitative data i litteraturen?	23
Genfindes de kvalitative data i litteraturen?.....	25
6d: Elev-evalueringer: Delkonklusion.....	25
7. Lærer-interviews	27
7a: Lærerinterviews: Metode.....	27

Det kvalitative interview som forskningsmetode	28
<i>7b: Lærerinterviews: Resultater.....</i>	<i>34</i>
Åben analyse – nyfremkomne temaer.....	34
Lukket analyse – forudbestemte temaer	36
<i>7c: Lærerinterviews: Fortolkning</i>	<i>39</i>
<i>7d: Lærerinterviews: Delkonklusion</i>	<i>41</i>
8: Diskussion	42
Fordele og ulemper ved undersøgelsesdesignet.....	42
Betydningen af laboratorieforsøg for læringseffektivitet	42
Forståelse.....	43
Læringsdiversitet og motivation.....	44
10-ørens fald hos ressourcestærke og ressourcesvage	44
IBSE.....	44
9. Konklusion.....	45
10. Perspektivering.....	46
11. Bibliografi	46
12. Bilag.....	49
<i>Bilag 1: Brev/email til respondenter</i>	<i>49</i>
<i>Bilag 2: Interviewguide.....</i>	<i>50</i>
<i>Bilag 3: Eksempel på evalueringsskema.....</i>	<i>51</i>
<i>Bilag 4: primære fortolkninger af de 6 kvalitative interviews.....</i>	<i>52</i>
<i>Bilag 5: Elevundervisningsevaluerings-argumenter i relation til forsøg.....</i>	<i>60</i>

1. RESUME

Dette projekt tager empirisk udgangspunkt i mine elevers 688 undervisningsevalueringer af min gymnasiale naturfaglige undervisning 2010-2017. Ud fra denne empiri tilrettelægges resten af projektet, herunder lærerinterviewguides. Målet er at få lærerne til at forholde sig til elevernes argumenter og begrebsverden, som den fremgår af elevernes kommentarer i relation til laboratorieforsøg i evalueringsskemaerne.

En femtedel af eleverne, nævner spontant forsøg som noget der har været vigtigt for undervisningen. 23% (159/688) har spontant nævnt forsøg i evalueringsskemaet, og heraf er 96% af kommentarerne positive i forhold til forsøg. Eleverne har 5 overordnede kategorier af argumenter for forsøg i undervisningen: Sanselse, forståelse, færre elever i lokalet, variation og mening.

Med udgangspunkt i elevernes 5 argumenter blev det besluttet at undersøge: ***Laboratorieforsøgs betydning for elevers læring, set igennem lærernes briller.***

Set igennem lærernes briller er alle fem elev-argumenter for laboratorieforsøg vigtige. Derudover er lærerne samtidig også fokuserede på en række andre argumenter, der har betydning for elevernes læring fra laboratorieforsøg. Argumenterne er samlet i ni kategorier: Hverdagsrelevans, identitet, motivation, håndværk, dannelse, laboratoriesikkerhed, aha-oplevelse, dobbeltlæring og simplicitet. Disse kategorier kan samles under tre hovedkategorier motivation, laboratoriefærdighedstræning og forståelse.

2. ABSTRACT

The basis of the project is the feedback on my science lessons from 688 Danish high school students from the year 2010 to 2017. Hereafter the rest of the project will be structured based on those empirical findings – which will especially include qualitative interviews with science teachers at other high schools. The purpose is to get the teachers to relate to the arguments and conceptual universe of my students, in regards the students' opinion about lab tests in science education.

In the evaluation forms a fifth of the students spontaneously mention laboratory tests as important for their lessons. 23% (159/688) spontaneously mention lab work in the written feedback – of which 96% of the comments are positive towards laboratory experiments. The students have five main arguments to why they like lab tests in science: Sensing, understanding, fewer students in the classroom, variation and meaning.

With a foundation based on the five main arguments of the students it was decided that the scope of the project was to examine: How do laboratory experiments effect students' learning? – from a teacher's perspective.

According to the interviewed science teachers all five of the students' arguments are valid and important – also from their perspective as teachers. But teachers also have alot of other focus areas when the students do laboratory experiments – all in the pursuit of teaching the students as much as possible as effectively as possible. The arguments of the teachers can be divided into nine categories: Relevancy to everyday life, identity, motivation, practical laboratory skills, scientific literacy, laboratory safety, aha experiences, double learning and simplicity. In overall terms the nine categories can be split into three main categories: Motivation, practical laboratory training and understanding of the subject.

3. FORORD

Det har været en omfattende proces at udarbejde masterprojektet, samtidig med fuldtidsarbejde som gymnasielærer. Jeg har lært meget igennem projektets tilblivelse og fået nye vinkler på min egen undervisningspraksis. Jeg håber, at andre kan hente inspiration fra dette projekt, selvom projektet via sin opbygning tager udgangspunkt i mig og mine elever.

Tak til min kæreste Linda for alsidig støtte især i forbindelse med masterprojektets sidste hektiske fase. Tak til professor Helle Mathiasen for skarpsindig vejledning under hele masterprojektets tilblivelse. Tak til kursister og lærere på MISU for faglig sparring, hygge og godt humør igennem masteruddannelsens tre års mandagskurser i Fredericia. Og tak til kolleger og elever på Københavns Åbne Gymnasium for at deltage ad hoc i undersøgelser og interviews gennem de seneste tre år. Tak til rektor Anne-Birgitte Rasmussen for at finansiere masteruddannelsen.

Også tak til de biologi- og kemilærere fra gymnasier i København, som stillede op til kvalitative interviews. Det har været en interessant og givende oplevelse at interviewe fagkolleger på deres gymnasier – og jeg ville gerne have interviewet flere, bl.a. fordi lærerne gerne deler ud af en guldgrube af viden, erfaring og didaktiske tips og tricks. Mine respondenter brænder for deres elevers udvikling, trivsel og læring. Lærerne har komplicerede mangefacetterede didaktiske greb, som er særdeles godt tilpasset/differentieret/tonet både i forhold til den enkelte elev, den enkelte skole og deres egen ”lærerautoritet”. Lærernes didaktiske greb er ikke nødvendigvis altid funderet i den nyeste didaktiske forskning, men i mange tilfælde funderet i mange års solid erfaring, som gør de interviewede lærere til imponerende reflekterende praktikere. Jeg kan godt anbefale at drage rundt på forskellige gymnasier og drøfte didaktik med gymnasielærere – lærere er interessante, varme og engagerede mennesker med meget på hjerte.

Martin Mejlhede Jensen

*Lektor i kemi og biologi ved Københavns Åbne Gymnasium
Studerende ved Master i Scienceundervisning (MISU), IND, KU 2015-2018*

Frederiksberg, 6. maj 2018

4. INDLEDNING

LABORATORIEFORSØGS ROLLE I NATURFAG - HISTORISK

Laboratorieforsøg og andre objektive naturvidenskabelige observationer/målinger er ofte kernen og udgangspunktet for science. Men hvilken betydning har laboratorieforsøg for læring i gymnasiet? En lang række undersøgelser har studeret dette, og forskellige studier er uenige om, hvorvidt laboratorieforsøg er en god idé.

"Eksperimenternes rolle og formål i naturfagene er løbende debatteret. Internationalt set blev eksperimentelt arbejde ved de store reformarbejder i 1960'erne set i et særdeles positivt lys hvor elevstyrede laboratorieforsøg antoges at tjene lange lister af formål. Sidst i 1970'erne og op gennem 1980'erne blev formålene med eksperimentelt arbejde betvivlet og en række forskningsarbejder blev iværksat for at undersøge om denne undervisningsmetode faktisk lærte eleverne alle de ting som det var antaget." (Jacobsen, 2008)

Pædagogiske strømninger for og imod laboratorieforsøg (eksperimenter) har således bølget frem og tilbage gennem årene. Hodson (Hodson, 2008) kastede et særligt kritisk blik på eksperimenter i naturfagene og skrev:

"Vi bør ikke længere kritikløst acceptere lærerprofessionens universelle og ureflekterede blåstempling af og dedikation til praktisk arbejde."

Hodson inddelte lærer-argumenter for læringsfremmende effekter af praktisk arbejde i fem kategorier: motivation, laboratoriefærdigheder, fremme forståelse, anvende naturvidenskabelig metodik og udvikle naturvidenskabelige holdninger.

Ikke kun Hodson har forsøgt at inddele argumenter for det praktiske arbejde i naturvidenskabelige fag. Jacobsen (Jacobsen, 2008) gennemgår argumenter fra forskellige nedslag i forskningslitteraturen. Et sammenlignende sammenkog af dette viser, at Woolnough og Allsop (Woolnough & Allsop, 1985) inddeler argumenterne i færdighedstræning, problemløsning og fænomen-oplevelse. Gott og Duggan (Gott & Duggan, 1996) inddeler i motivation, viden-anvendelse og laboratoriefærdigheds-træning. Og Jensen (Jensen, 2002) inddeler i motivation for teori, færdighedstræning og sans for naturvidenskabelig metode. Sammenfattende understøtter teorien således især tre hovedformål med laboratorieforsøg i naturfagsundervisningen:

Skabe *motivation*, give *laboratoriefærdighedstræning* og fremme *forståelse* for naturvidenskaben.

UNDERVISNINGSMINISTERIET: 20% EKSPERIMENTELT

I Undervisningsministeriets læreplan for stx (Undervisningsministeriet, 2016) fremgår det, at der i de naturvidenskabelige fag bør være ca. 20% eksperimentelt

arbejde. Den nøjagtige ordlyd og andel varierer en smule i de fire forskellige naturvidenskabelige fag og på de enkelte niveauer: F.eks. i kemi skal det eksperimentelle foregå i laboratoriet, og i kemi A skal kun 16% af undervisningstiden være eksperimentel, mens C og B-niveau skal indeholde mindst 20% – ligesådan i fysik. I biologi må en del af det eksperimentelle arbejde gerne være i form af feltundersøgelser, mens det eksperimentelle til sammen med andet empiri-baseret arbejde i naturgeografi skal udgøre ca. 20% af tiden.

Ordet "eksperiment" indgår i øvrigt 389 gange i den nyeste bekendtgørelse for stx – især i bekendtgørelserne for naturvidenskabelige fag, men også i både billedkunst, design, matematik mv.

4A. PRIMÆRT UDGANGSPUNKT FOR MASTERPROJEKTET

Det oprindelige udgangspunkt for masterprojektet var at fokusere på at gøre laboratorieforsøg mere "læringseffektive" – altså hvornår og hvordan får eleverne mest ud af laboratoriet og lærerens tid?

Så oprindeligt planlagde jeg at undersøge læringseffektivitet af nemme/hurtige/billige laboratorie-øvelser, set gennem lærerens briller. Dette projekt ville nemlig kunne give mig selv nogle værktøjer, som jeg kan anvende fremover i mit virke som naturfagslærer – til glæde for mine elever. Og måske ville disse tanker kunne inspirere fagkolleger og således også være til glæde for deres elever.

Min undersøgelse tager især udgangspunkt i mig selv og min rolle – dvs. tilrettelæggelse af lærerens arbejde. Med udgangspunkt i mine egne elevers udsagn er jeg interesseret i at undersøge andre sciencelæreres tankespind omkring laboratorieforsøg, Målet er for mit eget vedkommende at styrke mine elevers læring fra laboratorieforsøg, under hensyntagen til ressourceforbruget til undervisningsforberedelse - herunder især lærerens forberedelsestid.

Jeg har valgt, at problemfeltet først skulle fastlægges efter en kondensering af mine egne elevers undervisningsevalueringer. På den måde er målet, at mine egne elever indirekte skulle stille et spørgsmål til lærerne.

MIN FORFORSTÅELSE

I min egen forforståelse er praktiske laboratorieforsøg en vigtig del af den naturvidenskabelige dannelse hos elever. Og jeg mener ikke, at den sanselige del af undervisning/læringsprocessen er noget, som umiddelbart kan erstattes af f.eks. IT-løsninger – selvom IT-løsninger kan være et effektivt supplement til læringsprocessen.

Men hvad mener andre sciencelærere om læringsudbyttet af laboratorieforsøg? Står lærerens øgede ressourceforbrug ved laboratorieforsøg mål med elevernes læringsudbytte? Laboratorieforsøg kræver ofte ekstra ressourcer – på grund af opstillingstid, sikkerhedsovervejelser, indkøb af kemikalier og andet udstyr, opvask og oprydning. Derudover er spørgsmålet, om man kan optimere læringsudbyttet af laboratorie-forsøg.

PRIMÆRT PROBLEMFELT

Jeg ønsker at undersøge laboratorieforsøgs betydning for gymnasieelevers læring, set gennem lærernes briller. Jeg er nysgerrig på, hvornår lærerne synes at laboratorieforsøg fungerer bedst og dårligst. Og hvilke tanker gør lærerne sig om elevernes læringsprocesser i relation til gennemførte laboratorieforsøg?

Mit projekt tager empirisk udgangspunkt i mine elevers evalueringer af min undervisning 2010-2017. Ud fra denne empiri tilrettelægges resten af projektet, herunder interviewguides til sciencelærere. Optimalt set skal jeg have lærerne til at forholde sig til mine elevers argumenter og begrebsverden, som den fremgår af elevernes kommentarer i relation til laboratorieforsøg i evalueringsskemaerne.

MIXED METHOD

Anvendelsen af både kvantitative og kvalitative analysetilgange i dette projekt kaldes "mixed method" (Mortensen & Behrendt, 2015). De to typer af tilgange til empirien bidrager positivt til at kunne se problemstillingen fra flere vinkler. Først kvantificeres elevernes holdning til forsøg i undervisningsevalueringerne for at få et bredt overblik over datamaterialet. Dernæst gennemgås evalueringerne kvalitativt for at undersøge elevernes holdninger i dybden. Først efter gennemgangen, analysen og kondenseringen af evalueringerne fastlægges udgangspunktet for de efterfølgende kvalitative interviews med lærerne.

I projektet ønsker jeg at interviewe og undersøge lærerne, fordi deres viden og tankespind er centrale i undervisning og læring. Lærerne har opbygget solid viden gennem mange års reflekteret praksis. I min opgave ønsker jeg derfor at spørge lærerne og give lærerne en stemme. Min opgave er subjektivt baseret på mig – både fordi *jeg* interviewer lærerne, og fordi interviewet tager udgangspunkt i *mine* elevers undervisningsevalueringer af min undervisning. På denne måde har jeg tilstræbt også at give eleverne en stemme i min opgave. Men deres stemme er kun indirekte, altså via otte års skriftlige anonyme undervisningsevalueringer.

4B: INDLEDNING: AFGRÆNSNING

Rie Troelsen (Hodson, 2008) efterlyser aktuelle nationale undersøgelser om det praktiske arbejdes begrundelse og plads i naturfagsundervisningen. Dette masterprojekt forsøger at belyse et lille og afgrænset hjørne, nemlig elevers læring

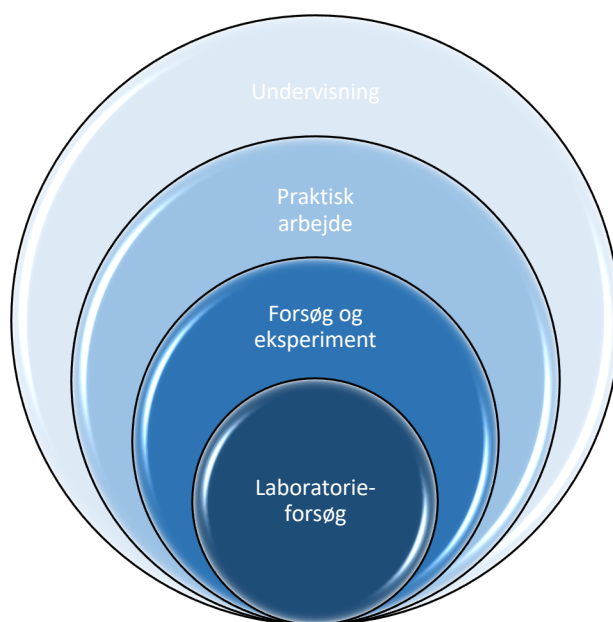
fra laboratorieforsøg, set gennem brillerne på kemi- og biologilærere i København.

DEFINITION AF BEGREBET "LABORATORIEFORSØG"

Ifølge Lærke Bang-Jakobsen artikel i MONA 2008-4 (Jakobsen, 2008, s. 23)

"Med begrebet eksperimentelt arbejde afgrænser jeg mig til den undervisningsmetode hvor eleverne selv (i forskellig grad) planlægger, udfører og rapporterer deres praktiske arbejde i et laboratorielignende miljø på selve undervisningsstedet. Dermed er demonstrationsforsøg ikke en del af denne diskussion. Heller ikke forsøg uden for skolen, fx på museer, virksomheder og forskningsinstitutioner, medtages. Endelig ser jeg også bort fra virtuelle laboratorier, simuleringer og computereksperimenter."

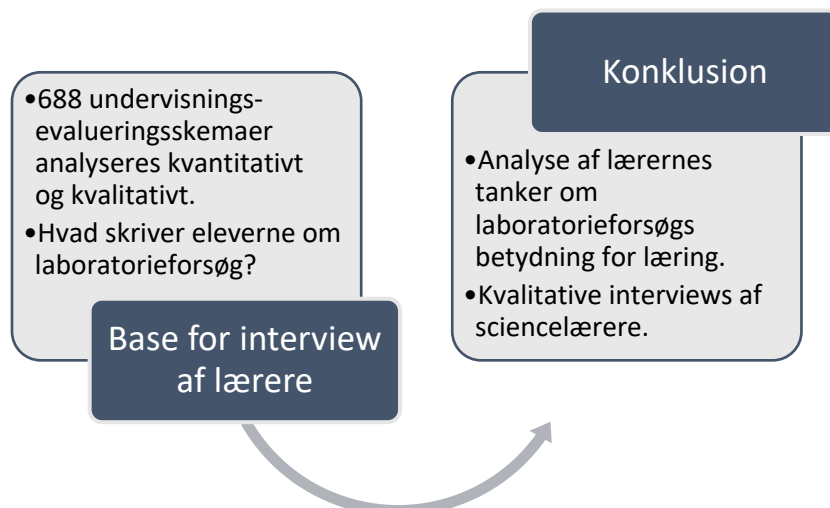
Således afgrænser Jakobsen "eksperimentelt" arbejde. Jeg har valgt at afgrænse "laboratorieforsøg" til samme definition. Som det nævnes senere i dette projekt, har jeg valgt begrebet "forsøg", fordi eleverne hovedsageligt anvender dette begreb.



Figur 1: Relationen mellem undervisning, praktisk arbejde, forsøg/eksperimenter og laboratorieforsøg. Den inderste cirkel viser, at laboratorieforsøg defineres som værende en delmængde af den næste cirkels kategori "forsøg og eksperiment". For eksempel kan "Laboratorieforsøg" indebære, at eleverne undersøger kemiske fældningsreaktioner i laboratoriet. "Forsøg og eksperiment" kan indebære, at eleverne foretager en feltundersøgelse af en sø. "Praktisk arbejde" kan indebære, at eleverne bygger med molekylbyggesæt. "Undervisning" kan indebære teoretisk tavlegennemgang.

4C: INDLEDNING: MASTERPROJEKTETS OPBYGNING

Dette masterprojekts opbygning er specielt, da jeg har anvendt en åben forskningstilgang. Med åben mener jeg, at det endelige problemfelt først fastlægges efter analyse af mine elevers 688 undervisningsevalueringer fra 2010-2017. Det er således mine elever, der bestemmer hvilken vinkel på laboratorieforsøg, der efterfølgende undersøges i kvalitative lærerinterviews. Jeg er således åben overfor, at projektet kan tage en større eller mindre drejning, hvis elevernes undervisningsevalueringer åbner for andre og nye interessante temaer i forhold til laboratorieforsøg. Temaerne i lærerinterviewsne (se bilag 1 og 2 med respondent-brev og interviewguide) er først tilrettelagt efter analyse og kondensering af elevernes udsagn i evalueringsskemaerne.



Figur 2: Fremgangsmåden ved empiriindsamlingen foregår i to dele. Analysen af de 688 evalueringsskemaer (til venstre) udgør basen for interview af lærerne. Det er først efter analysen af evalueringsskemaerne, at der fastlægges en præcisering af problemstillingen som udgangspunkt for resten af masterprojektet. Det er således analysen af mine elevers undervisningsevaluering, som er udgangspunktet for lærerinterviews (til højre) i den kvalitative undersøgelse.

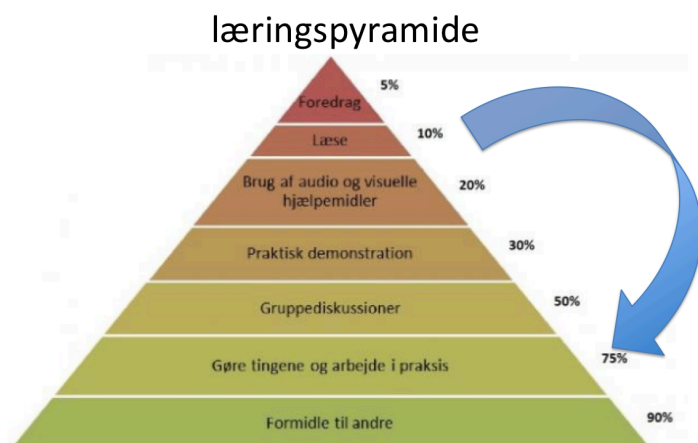
5: TEORI

SANSELIGE ASPEKTER AF LABORATORIEFORSØG

Ifølge Dunn et al. (Dunn, Dunn, & Perrin, 1994) har vi alle vores læringsmæssige forcer/præferencer. Præferencerne er særligt vigtige for os, når vi skal lære nyt og vanskeligt stof. De læringsmæssige forcer er forskellige fra elev til elev. Derfor er det væsentligt, at læreren tager individuelle hensyn i tilrettelæggelsen af undervisningen. Dunn et al. har udarbejdet en model over betydningsfulde læringsstile. Laboratorieforsøg kan stimulere elevernes sanselige oplevelser, og således på særlig fordelagtig vis understøtte læringen. Dette stemmer overens med det, som Dunn et al. kalder "perceptuelle forcer": Visuel, auditiv, kinæstetisk og taktil læringsstil.

Forsøgsarbejde aktiverer forskellige elevers forskellige læringsstile på samme tid – i modsætning til f.eks. en forelæsning, der hovedsageligt stimulerer elever med en auditiv læringsstil. Således øger forsøg muligheden for at eleverne kan huske fænomenet og stoffet. (NTL)

LÆRINGSPYRAMIDEN



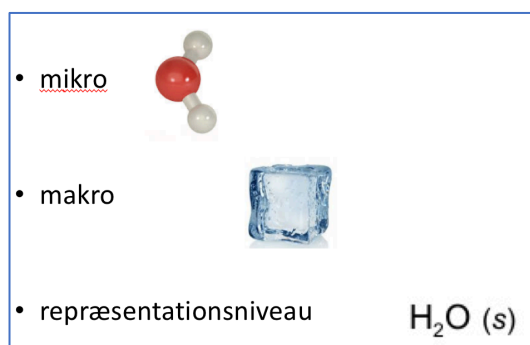
Figur 3: Læringspyramiden viser, hvordan forskellige undervisningsaktiviteter påvirker hukommelsen forskelligt. Den blå pil angiver, hvordan en ændret undervisningspraksis må forventes at øge hukommelsen og dermed muligvis indlæringen.

Læringspyramiden er udviklet af National Training Laboratories i 1960'erne, og er baseret på, hvor meget eleverne kunne huske 24 timer senere. Pyramiden underbygger, at praktisk arbejde kan styrke læringen i forhold til klassisk tavleundervisning. Pilen på figur 3 ovenfor angiver, at eleverne kan huske langt mere af det, som de har prøvet at

“gøre i praksis” (75%) i forhold til, hvis eleverne blot har “læst” (10%). Dette antyder, at læringsudbyttet øges væsentligt ved at ændre undervisningen fra at være baseret på foredrag og læsning til at være baseret på, at eleverne udfører laboratorieforsøg. Læringspyramiden er kendt og anvendt mange steder, og dens hierarkiske opbygning af læringsaktiviteter virker umiddelbart plausibel. Men den mangler tilsyneladende et empirisk grundlag (Hernes & Letrud, 2009), hvilket stiller tvivl om hele pyramidens troværdighed. National Training Laboratories Institute mener, at læringspyramiden er korrekt. (Polovina, 2011) Den er udviklet hos dem, men de kan ikke længere finde den oprindelige research – det kan ingen. Men National Training Laboratories Institute vil gerne stå inde for pyramiden. I dette projekt anvendes tankegangen bag pyramidens hierarkiske opbygning.

FORSTÅESEMÆSSIGE ASPEKTER OG NATURVIDENSKABELIGT SPROG

Det naturvidenskabelige sprog er vanskeligt at forstå for mange elever. I kemifaget arbejder man f.eks. med tre forskellige sproglige niveauer (se figur 4): Repræsentationsniveau (formler og reaktionsskemaer – fx “ $\text{H}_2\text{O} (\text{s})$ ”), Makroniveau (fænomener – f.eks. “Gennemsigtigt fast stof”) og Mikroniveau (f.eks. atom- og molekylmodeller, som H-O-H) (Talanquer, 2011).



Figur 4: Kemifagets tre forskellige sproglige niveauer

Elever har ofte vanskeligt ved at forstå og anvende kemiens tre sprog/niveauer og forbindelser mellem sprogene (Hodson, 2008). Laboratorieforsøg belyser det såkaldte makroniveau, og elevens for- og efterbehandling af forsøget kan skabe forbindelse mellem de forskellige niveauer.

Naturfagernes natur

Laboratorieforsøg giver eleverne mulighed for at få egne objektive observationer af et naturfænomen, men samtidig illustrerer arbejdsformen i praksis naturfagernes epistemologi (Kelly, McDonald, & Wickman, 2012). Naturfagernes epistemologi handler om naturfagernes natur, dvs. hvordan viden skabes i naturvidenskab. Således tilegner eleverne sig viden om, hvordan naturvidenskabelig viden skabes, når de selv tilrettelægger, udfører og behandler laboratorieforsøg.

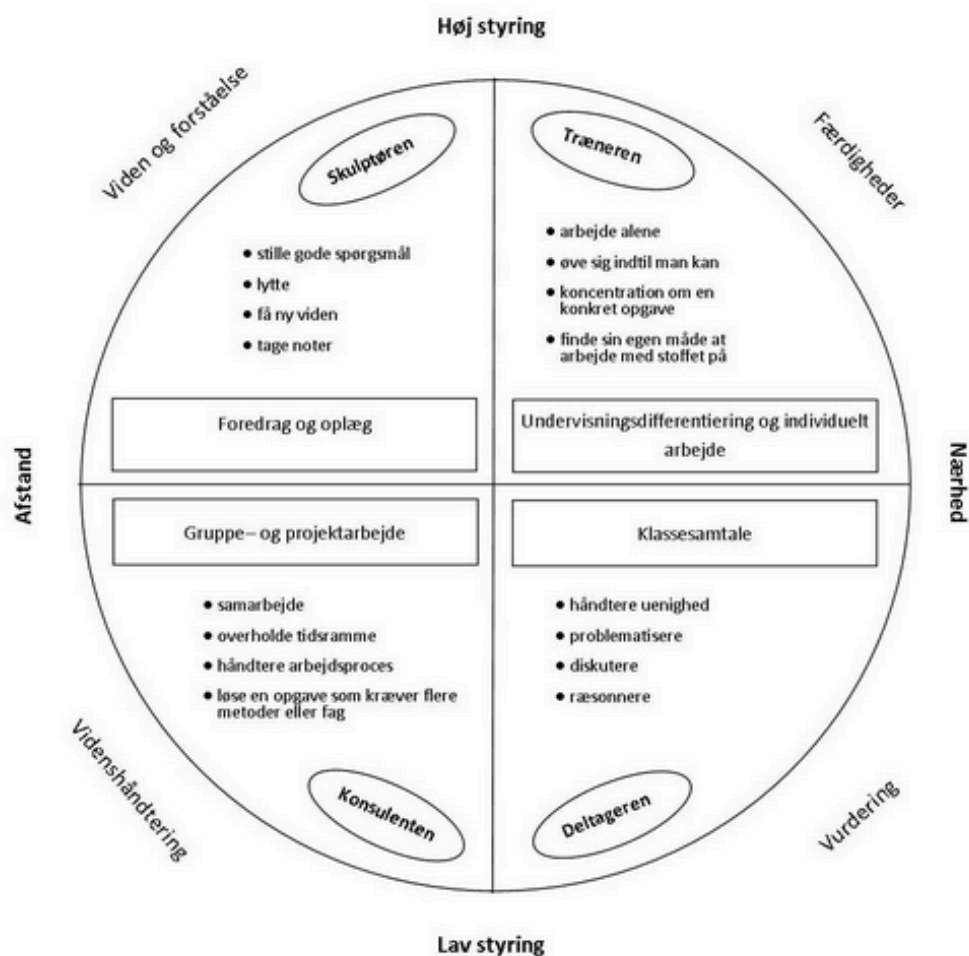
FÆRRE ELEVER I LOKALET – OG MERE LÆRERRESSOURCE

Mange læringsituationer kan drage fordel af, at der er tilstrækkeligt få elever pr lærer, således at eleverne får mulighed for at få støtte fra læreren under læringsprocesserne. Især for elever med begrænset "læringsselftillid" (Bandura, Self-efficacy, 1994) kan det være fordelagtigt med støtte fra læreren under læringsprocesserne. Således kan det være en fordel, når der er få elever i lokalet. Af sikkerhedsmæssige årsager gennemføres laboratorieforsøg ofte med færre elever i lokalet, og således har eleverne samtidig øget mulighed for at få individuel støtte fra læreren i laboratoriet.

VARIATION I LÆRINGSRUM OG ÆNDRERE LÆRER-ELEVROLLER

Elev- og lærer-rollen i klasserummet ændrer sig, når læringsrummet skifter fra f.eks. tavleundervisning til laboratorieforsøg. Der sker ændringer i vægtningen af den didaktiske trekant (Dolin, 2015), og der sker en forskydning fra et rum i Becks læringsrumsmode til et andet. Samtidig ændres lærerrollen i nogen udstrækning fra at være en "Sage on a stage" til "Guide by the side" (King, 1993).

Becks læringscirkel: (Beck S. , 2016) (Ågård D. , Slides og noter fra foredrag på Københavns Åbne Gymnasium, 2015) **Se figur 5.** Laboratorieforsøgs-læringsrummet foregår især i det sydvestlige hjørne af Becks læringsrumsmode

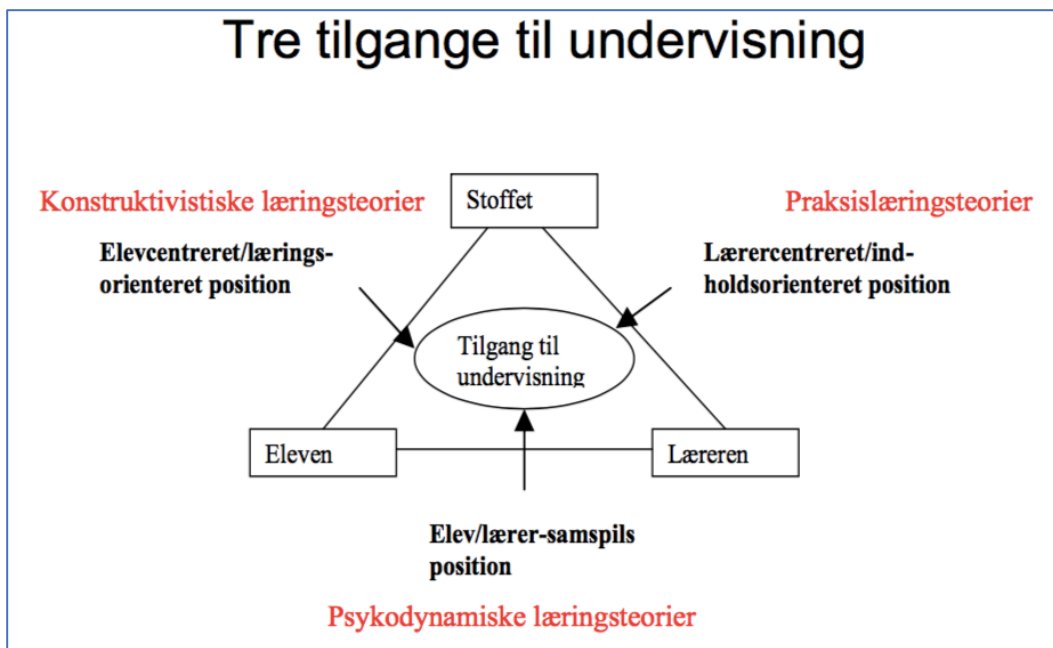


Figur 5: Beck's model om fire læringsrum. (Beck S. , 2006)

Variationen mellem de forskellige læringsrum stimulerer forskellige præferencer blandt eleverne.

Didaktikkens læringstrekant og lærer-elevrelation

Forsøgsbaseret undervisning kan typisk godt være baseret på et skifte mellem alle tre sider i den didaktiske trekant. F.eks. kan man starte undervisningen i trekantens nederste (psykodynamiske del), hvor man fortæller eleverne en historie fra sin egen hverdag og skaber en tryk ramme for undervisningen. Derefter kan læreren bevæge sig videre til den lærercentrerede/indholdsorienterede position (trekantens højre side), og holder et oplæg, inden eleverne selv skal arbejde med stoffet (trekantens venstre side) og konstruere deres egen viden. "Stoffet" kan i dette tilfælde være selve forsøgsopstillingen. Ofte vil det især være i trekantens sidste side, at eleverne kan tilegne sig dybde-læring.



Figur 6: Didaktikkens Læringstrekant. (Dolin, 2015)

OVERRASKELSE OG AHA-OPLEVELSER

Laboratorieforsøg kan bidrage til elevers interesse og motivation. Overraskelsen over et simpelt naturfænomens kræfter kan motivere eleven til at undersøge teorien bag kræfterne. Især hvis oplevelsen er så overraskende, at den ikke passer ind i elevens eksisterende verdensopfattelse, vil det være nødvendigt at eleven tilpasser sig.

Således kan forsøg i undervisningen fange situationel interesse *med hands-on og ahaoplevelser*: Dohn (Dohn, 2006) har undersøgt elevers interesse, engagement og motivation i biologi. Dohns analyse viser, at "situationel interesse" fanges af hands-on og ahaoplevelser. Det er vigtigt, at der er en direkte relation imellem individ og "interesseobjekt". Og oplevelsen af meningsfuldhed og social samhørighed stimulerer den situationelle interesse.

I nogle tilfælde er elevers interesse i et naturfænomen dog begrænset til situationen og bliver ikke anvendt bredere eller koblet til elevens verden.

Abrahams (Abrahams, 2009) undersøgelse på otte engelske skoler viser, at praktisk arbejde i naturvidenskabsfag kun resulterer i kortvarigt engagement. På længere sigt er det praktiske arbejde ineffektivt til at motivere eleverne til efterfølgende at studere naturvidenskab. Og det praktiske arbejde resulterer heller ikke i langvarig interesse i emnet – selvom det omvendte ofte påstås. Abrahams har gennemført interviews, som nærmere tyder på, at eleverne betragter det

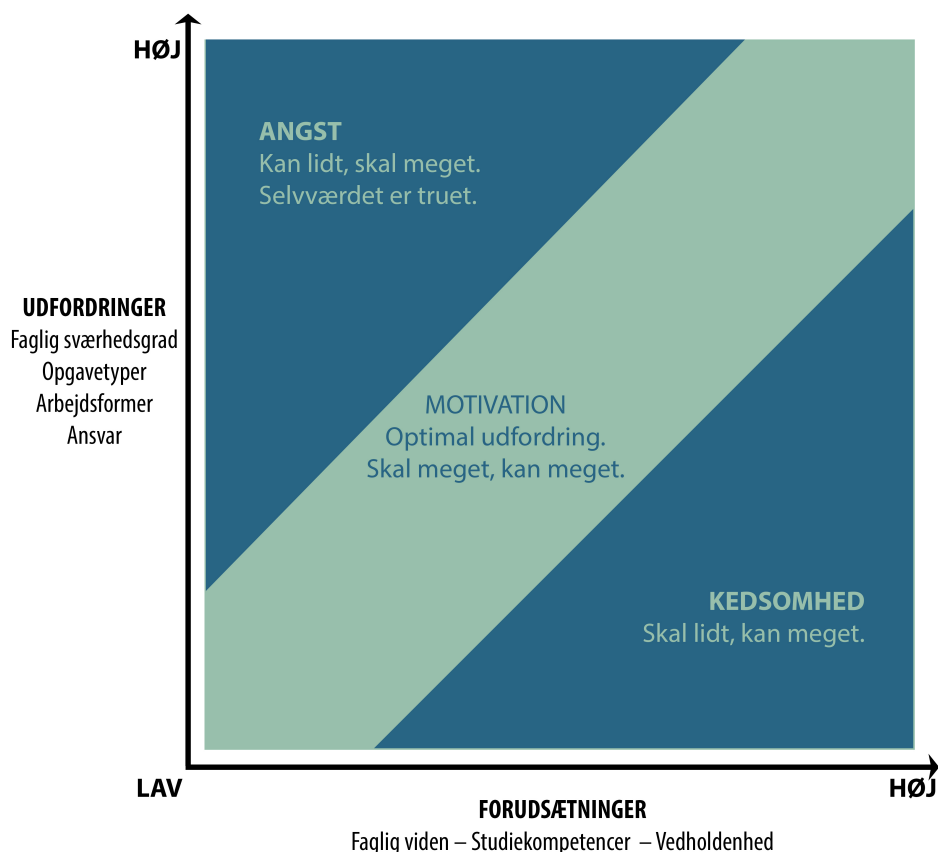
praktiske arbejde i naturfagene som "mindre kedeligt" og dermed mere motiverende end andre undervisningsformer – f.eks. fagets skriftlige arbejde.

Det er dog ikke mit indtryk, at elever synes forsøg er kedelige. Tværtimod oplever jeg ofte begejstring fra eleverne, når de arbejder undersøgende i laboratoriet. Især hvis forsøget giver eleverne mulighed for sanselige nyopdagelser, der kan kobles til teori. Min oplevelse er, at kedsomheden kan indtræde, hvis forsøget har for meget kugebogspræg.

MOTIVATION OG LÆRER-ELEV-RELATION

Ifølge Ågård (Ågård D. , Slides og noter fra foredrag på Københavns Åbne Gymnasium, 2015) er elevens motivation et resultat af elevens erfaringer. Motivationen er en slags faglig selvtillid (selfefficacy), der giver en indre stemme, som siger "Det her kan jeg godt finde ud af", "Det her kommer mig ved", "De andre kan godt lide mig" og "Jeg kan godt klare den næste opgave".

Bandura (Bandura, Self-efficacy: The exercise of control., 1997) påpeger, at elevens egne mestringsforventninger (self-efficacy) i en læringssituation fortløbende kan opbygges ved hjælp af positiv respons (fra læreren), succesoplevelse og dermed give eleven yderligere vedholdenhed i en læringsproces.



Figur 7: Motivationen for at løse opgaver afhænger af, om opgavernes sværhedsgrad passer med elevens forudsætninger. Elever med stærke forudsætninger kan kede sig, hvis de faglige udfordringer er for små, mens samme niveau af faglig udfordring kan gøre ressourcensvage elever angste. Ovenstående figur er redesignet efter Ågård (Ågård D. , Kap. 3: Teorier om motivation, 2015), som har baseret sin motivations-model på Csikszentmihalyi's flow-model (Csikszentmihalyi, 1990).

En classes elever kan have forskellige forudsætninger om fx basal kemi. Dette kan ofte være problematisk, især i forbindelse med faglige klassesdiskussioner i plenum - idét stor faglig spredning kan demotivere elever såfremt graden af faglige udfordringer er for høj eller lav i forhold til den enkelte elevs forudsætninger – jf figur 7. Laboratorieforsøg i små elev-grupper kan være en fordel, fordi eleverne i vid udstrækning udfordres individuelt og således understøtter netop deres egen zone for nærmeste udvikling.

Iflg Ågård (Ågård D. , 2014) har lærer-elev-relationen i klasserummet stor betydning for elevernes motivation. Det er således væsentligt for elev-motivationen, at læreren tager sig tid til at komme rundt til eleverne, mens eleverne udfører laboratorieforsøg. Laboratorieforsøg kan i den sammenhæng være med til at understøtte en styrket individuel relation mellem elev og lærer,

idét læreren træder væk fra forelæsningsformen og har mulighed for at give den enkelte elev opmærksomhed og anerkendelse, hvilket kan medvirke til at fastholde den enkelte elevs motivation for læring.

IBSE (UBNU)

Inquiry Based Science Education (IBSE) eller UndersøgelserBaseret NaturfagsUndervisning (UBNU) er en amerikansk naturvidenskabsdidaktisk strømning. IBSE-tankegangen er baseret på en konstruktivistisk tankegang, idet den tager udgangspunkt i den enkelte elevs rammer. Således er udgangspunktet i IBSE, at eleverne selv stiller forskningsspørgsmål ud fra deres egen viden og hverdagsforestillinger. Med IBSE søger man at opnå, at eleverne selv har ejerskab over forsøg, inklusiv fremgangsmåde mv – og IBSE står således i modsætning til de udskældte "køgebogsøvelser". IBSE-formen er i høj grad elevstyret og problembaseret. IBSE-tankegangen er bygget op om en 5E-model: Engage – Explore – Explain – Elaborate – Evaluate. På dansk er 5E-modellen oversat til en 6F-model (Frisdahl, 2014): Forudsætning – Fang – Forsk – Forklar – Forlæng og Feedback, hvor feedback er en integreret del af de fem øvrige F'er)

Formålet med IBSEs elevcentrerede form er bl.a. at skabe motivation for læring. IBSE kan styrke elevernes naturfaglige kompetenceudvikling. Således fandt Wilson (Wilson, Taylor, Kowalsky, & Carlson, 2010) at elever arbejder mere koncentreret og deres gruppediskussioner indeholder flere højtaxonomiske kognitive aktiviteter med IBSE-metoden end ved almindelig "commonplace" undervisning.

Det er dog vigtigt, at eleverne har en forholdsvis høj grad af læringsselftillid, for at formen skal fungere – især hvis opgaven er svær eller åben. Læringsudbyttet afhænger i høj grad af evaluering og feedback i forlæng-fasen. IBSE-metoden kan være en udfordring, hvis eleverne i en gruppe har meget forskellige udgangspunkter og dermed forskellige nærmeste zoner for udvikling. Selvom IBSE-metoden kan være god til at skabe dybdelæring, kan IBSE-forløb også være særligt tidskrævende.

6. UNDERSØGELSE AF ELEV-EVALUERINGSKEMAER

Jeg er interesseret i at undersøge mine egne elevers oplevelse af laboratorieforsøg – både for at finde ud af, hvor stor en andel af eleverne, der skriver om forsøg (kvantitativt). Men også for at undersøge, hvad de skriver (kvalitativt). Til undersøgelsen anvender jeg alle mine elevers undervisningsevalueringer.

Elevernes undervisningsevalueringer skal således danne et empirisk udgangspunkt for en kvalificeret udformning af problemformulering og interviewguide til den efterfølgende kvalitative undersøgelse af sciencelæreres opfattelse laboratorieforsøg.

6A: ELEV-EVALUERINGER: METODE

INDSAMLING AF DATA

Som empirisk grundlag for den kvantitative analyse har jeg undersøgt mine elevers anonyme halvårslige undervisningsevalueringsskemaer af min undervisning i en otteårig periode, fra 2010-2017 på Københavns Åbne Gymnasium. Der kunne i denne periode potentielt være indsamlet i alt 1751 evalueringsskemaer, men det aktuelle indsamlede antal er 688 skemaer, svarende til en svarprocent på 39%. Den forholdsvis lave svarprocent skyldes især, at en del elever ikke har afleveret evalueringerne, men også at jeg ved flere lejligheder har lagt evalueringssituationer sammen f.eks. i tilfælde af, at jeg underviste et hold i både naturvidenskabeligt grundforløb og biologi. Jeg vurderer at svarprocenten på 39% ikke har væsentlig betydning for resultaterne af denne undersøgelse af elevers holdning til laboratorieforsøg.

Evalueringsskemaerne er indsamlet fra alle mine hold – dvs. både stx og hf, både kemi, biologi og naturvidenskabeligt grundforløb, og både høj- og lavniveauhold. De fleste hold har modtaget og udfyldt evalueringsskemaerne på ca. 10 minutter i et undervisningsmodul. Nogle få klasser har udfyldt en tilsvarende elektronisk udgave hjemmefra. Ca. halvdelen af skemaerne er fra midtvejsevalueringer og den anden halvdel er fra en afsluttende evaluering.

Evalueringsskemaerne indeholder tre simple spørgsmål med åbent svarfelt: Hvad har fungeret godt? Hvad kunne forbedres? Andre kommentarer, forslag mv. Se eksempel på et evalueringsskema i bilag 3. Det er vigtigt at bemærke, at evalueringsskemaerne ikke spørger direkte til elevernes holdninger til laboratorieforsøg. Således er min undersøgelse af evalueringsskemaernes indhold vedr. laboratorieforsøg og andet eksperimentelt arbejde baseret på, hvad eleverne spontant skriver til de tre åbne spørgsmål. Dette gør kvantificeringen af empirien vanskeligere, end hvis eleverne havde skulle svare på et lukket afkrydsnings-spørgeskema om deres oplevelser med laboratorieforsøg. Til gengæld er der andre fordele ved de åbne evalueringsskemaer –

f.eks. at eleverne har mulighed for at argumentere for deres udsagn, hvilket netop undersøges nærmere herunder i en kvalitativ gennemgang.

ANALYSE AF EVALUERINGSKEMAER

Jeg har delt min gennemgang af de 688 evalueringsskemaer op i to dele: Kvantitativ og kvalitativ. Først vil jeg kvantitativt gennemgå evalueringsskemaerne for at kategorisere elevernes holdning til laboratorieforsøg. Derefter vil jeg gennemføre en kvalitativ analyse baseret på udsagn fra de skemaer, hvor eleverne har udfoldet deres argumenter for/imod laboratorieforsøg.

1. Kvantitativ undersøgelse af elevskemaer

Da evalueringsskemaer er åbne og baseret på fritekst-skrivning, vil den kvantitative gennemgang af elevernes evalueringsskemaer blive baseret på elevernes egne ordvalg. Min fremgangsmåde er at lede efter ord som: *laboratorium, øvelse, eksperiment, forsøg*. Jeg vil også lede efter elevernes formuleringer i relation til det praktiske arbejde generelt. For at skabe overblik, har jeg ved gennemgangen anvendt farvekodningen herunder:

X = laboratorieforsøg nævnes positivt.

X = laboratorieforsøg nævnes negativt.

O = der skrives/argumenteres uddybende/argumenterende om laboratorieforsøg.

Dernæst har jeg ledt efter mønstre på tværs af studie, fag (biologi eller kemi) og på hvilket niveau, eleverne havde faget.

2. Kvalitativ undersøgelse af elevskemaer

Den kvalitative analyse af elevernes besvarelser baserer sig på konklusionen af den kvantitative analyse. Min anden gennemgang af evalueringsskemaerne er en undersøgelse af, hvilke begreber eleverne anvender i tilknytning til laboratorieforsøg. Dette er for at blive klogere på, *hvorfor* eleverne enten vil have flere eller færre laboratorieforsøg.

For at lave den kvalitative analyse har jeg gennemgået og analyseret de besvarelser, hvor eleverne har skrevet om forsøg. Heraf har jeg udtrukket de besvarelser, hvor eleven argumenterer. Og disse argumenter sammenlignes, kategoriseres og kondenseres.

6B: ELEV-EVALUERINGER: RESULTATER

KVANTITATIV GENNEMGANG AF UNDERVISNINGSEVALUERINGER

Gennemgangen af de 688 undervisningsevalueringer viste, at 23% (159/688) af eleverne spontant skriver om "forsøg" i evalueringerne, uden at være blevet spurgt til forsøg. Spontaniteten tolker jeg som en væsentlig understregning af forsøgenes vigtighed for mange elever. Ingen af de 688 skemaer indeholdt ordet "laboratorie". Eleverne bruger næsten udelukkende begrebet "forsøg" om laboratoriearbejdet. Derfor vil det i min resultatopgørelse blive omtalt med netop dét ord: *forsøg*.

Ud af dem, som spontant skriver om forsøg er 96% (152/159) positive – ofte med bemærkningen "Flere forsøg". 4 % (7/159) er negative.

Jeg har hverken fundet forskelle i andelen af elever, der ønsker flere forsøg på hf sammenlignet med stx, eller på højniveau sammenlignet med lavniveau, ej heller forskel på kemi sammenlignet med biologi.

KVALITATIV GENNEMGANG AF UNDERVISNINGSEVALUERINGSKEMAER

I 13 % (21/159) af de besvarelser, som nævner "forsøg" har eleverne skrevet argumenterende i forhold til forsøg. Elevernes argumenter og kommentarer i relation til forsøg blev gennemgået og kondenseret til fem overordnede kategorier (se detaljer i bilag 5). Disse fem kategorier af argumenter er:

1. Sanselse:

De sanselige argumenter består i, at elever bruger taktile, kinæstetiske eller visuelle argumenter for forsøg, svarende til flere af læringsstil-kategorierne fra Dunn et al. (Dunn, Dunn, & Perrin, 1994). F.eks. efterlyser en elev "forsøg (når man har tingene i hænderne)". Ingen elever nævner auditive argumenter, men der er dog en elev, som ønsker "flere forsøg, der sprænger i luften".

Det er interessant, at denne undersøgelse således bekræfter Dunn et al.. Og det kan godt skyldes, at Dunn et al. således har ret. Men det kan også blot skyldes, at eleverne tidligere har haft lærere, der var tilhængere af Dunn et al.'s læringsstile, og som derfor har påvirket eleven til at mene, at f.eks. taktil læring er vigtigt.

2. Forståelse:

Flere elever har skrevet om forsøgene, som noget, der øger deres forståelse, f.eks. skriver en elev: "At lave forsøg, så man kan forstå tingene". En anden elev argumenterer for forsøg, fordi de støtter op om at forstå den efterfølgende rapport.

3. Færre elever:

Der argumenteres også for at reducere antallet af elever i øvelseslokalet, således at eleverne "kunne arbejde ordentligt med forsøgene". Færre elever i lokalet giver større mulighed for at få støtte fra læreren og giver samtidig eleverne bedre muligheder for at koncentrere sig om opgaven.

4. Variation:

En enkelt elev nævner "flere forsøg" som en mulighed for at skabe mere varieret undervisning.

5. Mening

Nogle elever udtrykker behov for, at der er mening med at udføre et forsøg: "Forsøgene virkede nogle gange lidt ligegyldige, fx svampeforsøget havde jeg svært ved at se en større mening med". Og nogle elever ønsker sig "mere spændende forsøg", så de ikke kommer til at kede sig. I denne argument-kategori om "mening" med forsøg findes de eneste fire negativt ladede kommentarer i relation til forsøg blandt de 688 undervisningsevalueringskemaer. De negativt ladede kommentarer er i øvrigt ikke negative overfor det at lave forsøg, men derimod overfor nogle specifikke forsøg, som eleverne har udført.

I forhold til de fem kategorier ovenfor skiller især to typer af argumenter sig ud ved at blive nævnt mange gange – nemlig "sanselse"- og "forståelse". Argumentet om "mening" kan ikke helt adskilles fra "forståelse". Forståelse resulterer ofte i mening og omvendt. F.eks. kan et forsøg, som giver eleven forståelse for emnet, ofte også dermed give eleven en oplevelse af mening. Mens en elev, som ikke har forstået forsøget, sandsynligvis heller ikke oplever, at forsøget gav væsentlig mening at udføre.

Ved gennemgangen af de 688 skemaer nævnte ingen elever ordene "laboratorium" eller "sikkerhed". Sikkerheden optager ellers mig som lærer. Laboratoriesikkerheden er en kilde til bekymring blandt en del lærere, som jeg har talt med. Men da sikkerheden ifølge denne undersøgelse ikke optager eleverne, vil det ikke være genstand for nærmere undersøgelse i de efterfølgende lærerinterviews.

6C: ELEV-EVALUERINGER: FORTOLKNING

GENFINDES DE KVANTITATIVE DATA I LITTERATUREN?

En norsk masterafhandling om laboratorieforsøg i bioteknologi (Jørgensen, 2010) viser, at knap en tredjedel (31%) af eleverne mener, at de lærer mest af laboratorieforsøg, sammenlignet med andre undervisningsformer (se figur 8). Bemærk, at der er flere elever i Jørgensens undersøgelse, som oplever, at de lærer mest af andre undervisningsformer. Det ser ud til, at drengene mener, at de lærer mest af gruppearbejde (67%), mens pigerne lærer mest af tavleundervisning (69%).

Tabell 17 viser en prosentvis oversikt hvilke undervisningsformer elevene mener de lærer mest av. Spørsmålet var et avkryssingsspørsmål hvor elevene kunne krysse av ved flere alternativer. Her kan en se at de fleste elevene mener de lærer mest av å ha forelesning, men på samme tid mener over halve klassen at de lærer mest av selvstudie. Få elever mener de lærer mye av laboratoriearbeide.

Tabell 17. Spørsmål "Hvilken undervisningsform lærer du mest av?" (avkryssingsspørsmål)

	Gutt (i %)	Jente (i %)	Totalt (i %)
Læreren foreleser	33	69	63
Selvstudie	33	62	56
Oppgaver	33	54	50
Lab	33	31	31
Gruppearbeid/prosjektarbeid	67	0	13
Andre	0	0	0

Figur 8: Hvilke undervisningsformer mener norske biotek-elever, at de lærer mest av (Jørgensen, 2010).

Til sammenligning skrev 23% av mine elever om forsøg i undervisnings-evalueringerne. De 23% er dog ikke helt sammenlignelige med de 31%, da tallene er fundet med to forskjellige metoder – Jørgensen (Jørgensen, 2010) har brukt afkrydsningsskema, mens jeg har anvendt åbne spørsmål. Men begge undersøgelser tyder på at forsøg er viktige og motiverende for en del av elevene.

Positive elev-evalueringer indikerer motivation

Selvom mange av mine elever har vurdert forsøg som noget positivt kan man ikke direkte udlede, at laboratorieforsøg er læringseffektive for elevene – jf. (Abrahams, 2009). Men en "positiv evaluering" henger sandsynligvis godt sammen med elev-motivation for en situation. Og øget elev-motivation øger chanserne for at eleven engagerer sig i sin egen læringsprosess – jf. (Ågård D., Kap. 3: Teorier om motivation, 2015)

Jeg tilløgger det i øvrigt betydning, at mine elever *spontant* skriver om forsøg i de åbne svarfelter, selvom elevene er blevet spurt til deres holdning til alle forhold omkring undervisningen og ikke decidert til deres holdning til forsøg.

Dette tolker jeg som et argument for, at omtrent hver femte elev bliver meget motiveret av forsøg, mens andre elever oplever forskjellige (større eller mindre) grader av motivation som følge av forsøgsarbeidet.

Ifølge undervisningsbekendtgørelsen for naturvidenskabelige fag (Undervisningsministeriet, 2017) bør ca. 20% av undervisningen være "eksperimentelt". Empirien i min undersøgelse understøtter, at ca. en femtedel av undervisningen med fordel kan være eksperimentel, da undervisningen således understøtter den femtedel av

eleverne, hvor eksperimentelt arbejde fremmer motivationen og muligvis åbner en "læringsmotorvej".

GENFINDES DE KVALITATIVE DATA I LITTERATUREN?

I litteraturen (se teoriafsnittet) er der en del forskellige bud på betydningen af laboratorieforsøg for elevers læring. De væsentligste kategorier af argumenter, som går igen i litteraturen er: motivation, laboratoriefærdigheder og forståelse.

Til sammenligning er de væsentligste argumenter fra mine elever: Sanselse, forståelse, færre elever, variation, mening. Det er især de to første kategorier, "sanselse" og "forståelse", som nævnes ofte. Samtidig er der et overlap mellem "mening" og "forståelse" – idet forståelse for stoffet ofte resulterer i, at det skaber mening for eleven.

I en ph.d.-afhandling om mentale modeller og eksperimenter spørger (Schilling V. , 2006, s. 54): Hvad skal der til for at gøre laboratorie-arbejdet meningsfyldt for eleverne? Schilling har undersøgt "elevernes mentale modeller" og deres evne til at stille eksperimentelle fysikspørgsmål og gennemføre eksperimentelle fysikundersøgelser. Ud fra hans undersøgelser konkluderer han, at lærere bør være meget opmærksomme på deres elevers specifikke teoretiske forståelse (deres mentale modeller) i forbindelse med det fysikfænomen, de undersøger.

Sammenfattende skriver Schilling (Schilling V. , 2006, s. 227):

"Blot det at være opmærksom på og spørge til elevernes mentale modeller og at gennemtænke relevant teori med det fokus, at teorien skal danne grundlag for udvikling af elevernes mentale modeller, kan muliggøre en undervisning, hvor elevernes udbytte af eksperimentelle aktiviteter bliver væsentligt forøget."

Således er der overensstemmelse mellem Schillings fund og elevernes egne udsagn fra undervisningsevalueringerne i denne undersøgelse, herunder især kategorierne "forståelse" og "mening".

6D: ELEV-EVALUERINGER: DELKONKLUSION

Jeg har gennemgået mine elevers 688 undervisningsevalueringsskemaer fra 2010-2017 i fagene biologi, kemi, naturvidenskabeligt grundforløb, nf kemi og nf biologi. En femtedel af eleverne, nævner spontant forsøg som noget, der har været vigtigt for undervisningen. 23% (159/688) har spontant nævnt forsøg i evalueringsskemaet, heraf er 96% af kommentarerne positive i forhold til forsøg. Kun 4% kommentarer er negative, og de negative kommentarer går hovedsageligt på specifikke forsøg, eleverne har lavet, og er ikke nødvendigvis kommentarer, der generelt er imod at udføre forsøg i undervisningen.

Mange af de 23% elever skriver blot et ønske om "flere forsøg" i undervisningen, men nogle af de elever, som skriver om forsøg (21/159) har uddybet deres ønske med argumenterende kommentarer. Disse argumenter har undergået en kvalitativ vurdering, og er blevet kondenseret ned til fem overordnede kategorier af argumenter for forsøg i undervisningen:

1. Sanselse
2. Forstå
3. Færre elever i lokalet
4. Variation
5. Forsøg giver mening

Empirien understøtter bekendtgørelsens krav om, at der bør være ca. 20% eksperimentel tid i naturvidenskabelige fag. Bekendtgørelsens krav stemmer nemlig godt overens med, at ca. en femtedel af eleverne bliver særligt motiverede af forsøg.

Det er dog spørgsmålet, om der er overensstemmelse mellem elevernes ønsker om flere forsøg, og lærernes vurdering af behovet for forsøg i undervisningen. Lærerne bliver nødt til at tage hensyn til alle elevernes læring (ikke kun de særligt forsøgs-motiverede elever) og tage hensyn til om læringsudbyttet fra forsøg står mål med, at forsøg er ekstra ressourcekrævende (udstyr, forberedelsestid mv).

I det følgende kapitel vil jeg benytte mig af den kondenserede udgave af elevernes svar til at undersøge naturvidenskabslæreres opfattelse af laboratorieforsøgs betydning for elever. Både om forsøg er motiverende på elever og årsagerne dertil. Og nærmere undersøge, hvad gymnasielærerne mener, er forsøgenes vigtigste roller i forhold til læring. Dette vil jeg gøre ved at stille lærerne spørgsmål ud fra min fortolkning af mine elevers stemme. Udgangspunktet for undersøgelsen er at fokusere på tilrettelæggelse af undervisningen.

7. LÆRER-INTERVIEWS

Med udgangspunkt i undersøgelsen af mine egne elevers undervisningsevalueringer, og deres argumenter i relation til laboratorieforsøg (forrige kapitel) vil jeg i det næste kapitel undersøge gymnasielærere.

Jeg ønsker at belyse lærernes tanker om, hvad de oplever som vigtigt for at eleverne får størst muligt læringsudbytte af laboratorieforsøg – både mht. planlægning og udførelse - herunder både overordnede didaktiske greb, og konkret lavpraktiske pædagogiske tricks.

I det følgende ønsker jeg således at undersøge: *laboratorieforsøgs betydning for elevers læring, set igennem lærernes briller.*

Fokus er på at optimere elevernes læringsudbytte. Og jeg er interesseret i at belyse det tankespind som ligger i feltet omkring lærerens konkrete laboratorie-undervisningspraksis sammen med feltet omkring lærerens generelle læringsmålsætning for laboratorieforsøg. Jeg er interesseret i, hvordan lærerens forventede teoretiske undervisningsformål hænger sammen med det, som foregår i praksis – altså hvordan læreren fungerer som ”reflekterende praktiker”, som det udtrykkes i mål for uddannelsen i teoretisk pædagogikums studieordning. (SDU, 2014)

Lærernes stemme er interessant og vigtig, fordi lærerne er nødsaget til at overveje laboratorie-didaktiske fordele og ulemper, under hensyntagen til ressourceforbrug, herunder deres egen forberedelsestid.

Jeg har valgt at anvende begrebet ”laboratorieforsøg” i lærerinterviewsne. Det gør jeg for at tage udgangspunkt i eleverevalueringernes mest hyppigt anvendte begreb, ”forsøg”. Men også fordi jeg ønsker at indsnævre interviewets fokus til laboratoriet – ikke feltarbejde og andet praktisk arbejde.

7A: LÆRERINTERVIEWS: METODE

Jeg har valgt at undersøge problemstillingen ved hjælp af kvalitative semistrukturerede interviews med gymnasielærere.

Inden interviewet modtager respondenterne informationer om interviewets formål (bilag 1). Informationsbrevets formål er at skabe en tryk og åben situation omkring interviewet, og for at sikre, at respondenterne før interviewet har reflekteret over konkrete situationer i egen laboratorie-undervisningspraksis.

Til selve interviewet har jeg anvendt en semistruktureret interviewguide (bilag 2). Interviewguiden blev afprøvet og tilrettet ved et pilotinterview, og efterfølgende mellem første og andet interview justeredes rækkefølgen af spørgsmålene.

I den semistrukturerede interviewguide tager et af hovedtemaerne konkret udgangspunkt i et af lærerens senest afviklede laboratorieforsøg, hvor eleverne udførte forsøget. Jeg ønsker på den måde at dykke ned i praksis omkring laboratorieforsøget, og ikke et idealiseret billede. Med et andet hovedtema forsøger jeg at dykke ned i lærerens teoretiske refleksioner omkring betydningen af laboratorieforsøg for elevernes læring. Som udgangspunkt for de generelle teoretiske refleksioner får læreren til opgave at prioritere 5 begrebskort, som er udviklet ud fra mine egne elevers argumentationer i relation til forsøg.

Interviewguiden er tilrettelagt, så læreren både skal tage stilling til de 5 fastdefinerede argumenter (begrebskort) for forsøg, og derudover har læreren selv mulighed for at spille ind med ekstra argumenter. Forskellen på elevernes kategorier og lærernes kategorier er, at elevernes udgangspunkt i de individuelle anonyme evalueringsskemaer hovedsageligt er deres egen individuelle læring, mens lærernes udgangspunkt er et hensyn til hele klassens læring samt skolens og sit eget ressourceforbrug.

DET KVALITATIVE INTERVIEW SOM FORSKNINGSMETODE

Kvalitative undersøgelser muliggør en fordybelse i enkeltpersoners forståelse og forståelsessammenhænge, og udmærker sig frem for kvantitative undersøgelser ved at kunne belyse menneskers livsverden. Data til kvalitativ forskning indsamles med udgangspunkt i undersøgerens kendskab til felter, til teorier inden for emnet og ud fra forskerens hypoteser. Arbejdsprocessen er induktiv, hvilket vil sige, at det først er i løbet af selve dataanalysen og fortolkningen, at undersøgelsens centrale temaer, begreber og deres indbyrdes sammenhænge afdækkes (Christensen, Schmidt, & Dyrh, 2007)

Hvis man vil undersøge lærernes adfærd og interaktion med omgivelserne, vil observationer i feltundersøgelser som regel give mere gyldig viden, end hvis man blot spørger lærerne om deres adfærd (Kvale, 1997). Derfor kunne jeg med fordel have suppleret lærer-interviewsne med forudgående undervisningsobservation. Dette kunne muligvis have styrket validiteten af undersøgelsen. Men for det første kunne det ikke tidsmæssigt lade sig gøre at supplere med undervisningsobservationer. For det andet risikerer undervisningsobservationer at virke intimiderende på de kontaktede lærere, og således kunne det blive vanskeligere at få respondenterne til overhovedet at deltage i undersøgelsen. Jeg har til gengæld tilrettelagt interviewguiden med henblik på at opnå en høj grad af gyldighed. Således tager interviewet udgangspunkt i en konkret undervisningssituation.

Hvilken information kan man hente fra de kvalitative interviews?

Der hentes flere lag af informationer. Interviewet afspejler både respondentens (R) relation til det tema, der tales om, relationen til interviewer, samt de uudsagte forventninger, som respondenterne har i kontakten til interviewer. Og endelig afspejler interviewet den fælles meningskabende dialog mellem interviewer og respondent. Resultatet bliver således en specifik og kontekstuel bundet viden om lærerens tanker om laboratorieforsøg.

Pilotinterview

Før den egentlige interviewundersøgelse gennemføres, bør man foretage et eller flere båndoptagne pilotinterviews (Christensen, Schmidt, & Dyhr, 2007). Inden påbegyndelse af interviewrækken afprøvede jeg derfor interviewguiden på min kæreste. På baggrund af pilotinterviewet justeredes interviewguiden. Efter første egentlige lærer-interview ændredes desuden på rækkefølgen af temaerne i interviewguiden, for at første spørgsmål skulle tage konkret udgangspunkt i et af respondentens laboratorieforsøg.

Inden interviewet blev respondenterne informeret om undersøgelsens generelle formål og om designet i hovedtræk, samt fordele (wienerbrød) og ulemper (tidsforbrug) ved at deltage i projektet. Se informationsbrev (bilag 1).

Udvælgelse

De kvalitative interviews har til hensigt at beskrive lærernes tankespind så nuanceret og varieret som muligt. Derfor er respondenterne forsøgt udvalgt, så de belyser en høj grad af variation af egenskaber, herunder diversitet i køn og undervisningserfaring. Især viste det sig at være væsentligt at både interviewe lærere med ressourcestærke og ressourcesvage elever.

Af praktiske hensyn har jeg udvalgt respondenter i Københavnsområdet (se figur 9).



Figur 9: Udvalgelse af respondenter. Kortet er genereret ud fra danskegymnasier.dk 22/3 2018.

Følgende 16 gymnasier indgår i det geografiske område:

Københavns Åbne Gymnasium, Sankt Annæ Gymnasium, Rysensteen Gymnasium, Christianshavn Gymnasium, Københavns VUC, N.Zahles Gymnasieskole, Gefion gymnasium, Det Fri Gymnasium, Ingrid Jespersens Gymnasieskole, Niels Steensens Gymnasium, Akademisk Studenterkursus, Voksenuddannelsescenter Frederiksberg, Frederiksberg Gymnasium, HF-Centret Efterslægten, Frederiksberg Hf-kursus, Falkonergårdens Gymnasium og HF-kursus.

For at etablere en god fagdidaktisk dialog om specifikke laboratorieøvelser, har jeg udvalgt respondenter, som har samme fag som mig selv – altså biologi, kemi og biotek (fortrinsvis alle 3 fag). Det faglige fællesskab styrker kommunikationen mellem interviewer og respondent ved dialog om særlige fagdidaktiske hjælpemidler (f.eks. loggerpro-anvendelse til potentiometrisk titrering) eller faglige termer (f.eks. glykæmisk index af stevia).

Interview-aftaler blev primært etableret ved at kontakte læreren personligt pr email. Kun én lærer blev udvalgt pr gymnasium (for at øge chancen for at få svar, og for at øge chancen for en høj diversitet af tankespind i de kvalitative interviews). Et kriterie for udvælgelse er også, at læreren skal udføre laboratorieforsøg med eleverne.

En lærer på 14 af hvert af ovenstående 16 gymnasier blev kontaktet for at etablere interviewaftaler med 8 respondenter. Af tidsmæssige hensyn var det dog nødvendigt at aflyse de sidste 2 interviews.

Nogle af de kontaktede lærere svarede ikke på min henvendelse. Dette kan muligvis give anledning til udvælgelses-bias, i det man kan forestille sig, at det kun er de mest velreflekterede lærere med interesse i didaktisk forskning, som har responderet positivt på min direkte henvendelse. Og således kan udvælgelsesbias skævvride empirien.

Af hensyn til beskyttelse af respondenternes anonymitet, vil der i denne opgave ikke være oplysninger om hvilket gymnasium, den enkelte respondent underviser på.

Antal forsøgspersoner

(Christensen, Schmidt, & Dyhr, 2007) skriver, at man almindeligvis anbefaler mellem 10 og 30 personer til interviews, men man kan vælge at standse interviewrækken, når man begynder at høre de samme udsagn igen. De seks interviews er således i underkanten i forhold til at basere en analyse på. Men selvom der stadig fremkom nye udsagn i sjette interview, var det hovedsageligt de samme temaer, der gik igen i interviewsne.

Det semistrukturerede forskningsinterview

Interviewsne var semistrukturerede, hvilket betyder at jeg på forhånd havde fastlagt de emner, som ønskes belyst. Emnerne blev skrevet ned i en interviewguide (bilag 2), der indeholder de enkelte emner og direkte forslag til spørgsmålsformuleringer. Forslagene blev ikke nødvendigvis slavisk fulgt, men blev brugt som en støtte. Som interviewer har jeg lyttet og spurgt respondenterne helt åbent, i bestræbelser på at mine egne forudindtagne meninger sættes i baggrunden.

Selve interviewet

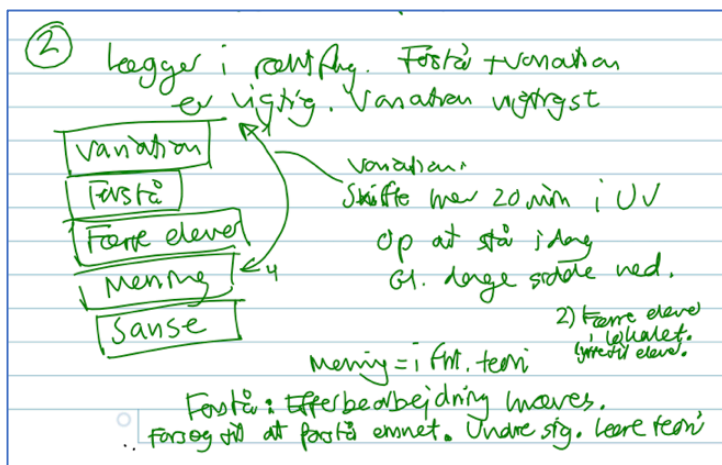
Krag-Jacobsen (Krag-Jacobsen, 1993) beskriver, hvordan remedier kan anvendes som fokuselementer under et interview. Fokuselementet får naturligt respondenterne til at fokusere på noget andet end interviewerens, og samtidig kan fokuselementet give respondenterne tid til at tænke sig bedre om. Til interviewsne medbragte jeg fem begrebskort (se interviewguide, bilag 2), hvilket fungerede udmærket som fokuselementer. Derudover medbragte jeg wienerbrød for at bidrage til hyggelige rammer.

Kvale (Kvale, 1997) og især Krag-Jacobsen (Krag-Jacobsen, 1993) blev anvendt som udgangspunkt for den tekniske side af interviewforløbet, og spørgeteknikken anvendtes spejlingsteknikken i vid udstrækning. Spejlingsteknikken indebærer, at interviewerens gentager en del af den sætning, som respondenterne har formuleret – interviewerens vender blot sætningen til et spørgsmål (Krag-Jacobsen, 1993). Spejlingsteknikkens fordel er desuden, at respondenterne får mulighed for at uddybe det, han lige har sagt ved at bygge videre på sin egen associationsrække. Dermed opnår man et interview, hvor

respondenten selv styrer indholdet, uden interviewerens egne holdninger bliver lagt i munden på respondenteren. Man opnår således, at intervieweren kun i lille grad influerer på resultatet.

Intervieweren og respondenteren skal helst være i magtbalance, hvis man ønsker at indhente data i god kvalitet (Christensen, Schmidt, & Dyhr, 2007). Derfor er det vigtigt, at jeg som interviewer bliver opfattet som en kollega – og ikke en slags kontrollant.

Selve interviewet blev optaget med en Echo Pencil Smartpen, som kan optage og "huske" sammenhængen mellem optagelsen og noter på papir (se figur 10).



Figur 10: Notetagningsseksempel fra Smartpen-interviewoptagelse.

Interviewer-bias kan reduceres, men ikke undgås, når man laver denne slags kvalitative interviews. Det har stor betydning for interviewets kvalitet, at intervieweren har samme baggrund som respondenterne, således at interviewet er på faglig bølgelængde. Således er det af afgørende betydning for interviewet, at jeg også underviser i kemi og biologi på gymnasieniveau til dagligt.

Bølgelængdeproblematikken blev bl.a. tydelig, da en respondent fortalte om en fysik-øvelse, som jeg ikke kendte, da jeg ikke underviser i fysik. Det havde således været metodisk bedre for interviewet, hvis jeg havde understreget på forhånd, at vi skulle snakke om et laboratorieforsøg i biologi, kemi eller biotek. For jeg bruger energi på at forstå fysik-øvelsen i interviewsituationen. Og det fjerner noget af fokus fra didaktikken. Som interviewer kan jeg bedst bringe mig i øjenhøjde med respondenterens didaktiske refleksioner, hvis jeg har et godt kendskab til det enkelte laboratorieforsøgs praktik.

Transskribering

Jeg foretog selv en fuldtransskribering af interviewsne, og noterede allerede under transskriberingen nogle kommentarer til interviewet, svarende til en tidlig påbegyndelse af analysen. Selve transskriberingerne blev foretaget få dage efter interviewsne, for på den måde bedst muligt at kunne huske respondentens meningsgivende betoning af ord og sætninger. Under transskriberingen blev så vidt muligt alle meningsskabende udtryk, udråb og handlinger fra respondenten skrevet ned. Dog har jeg udeladt at notere ”øh”, ”ikk?”, osv, hvor jeg vurderede, at udtrykket ikke havde nogen meningsbetydning.

Analyse af kvalitative interviews

Fremgangsmetoden til analysering af de kvalitative interviews svarer til den metode som Kvale (Kvale, 1997) kalder meningskondensering.

Den meningskondenserende analyse har bestået af følgende trin:

1. Metarefleksioner noteres umiddelbart efter hvert interview, da non-verbal kommunikation fra selve interviewsituationen huskes bedst lige efter interviewet.
2. Umiddelbart efter transskribering (og til dels under transskribering) markeres væsentlige tematiske nøgleord- og passager i den enkelte interviewtekst. Jeg skriver mine umiddelbare refleksioner til disse nøgleord- og passager efter transskriberingen. Analysen er opdelt i ”åben” og ”lukket” del:
 - a. **Åben analyse:** Dvs. der ledes efter **nyfremkomne temaer**, især fra interviewguidens spørgsmål 1 og 4: Den åbne analyse er ”åben”, fordi denne del af interviewet i høj grad styres af respondenten selv, ud fra respondentens tankespind omkring didaktiske overvejelser ved sit seneste laboratorieforsøg. Den er også åben rent analytisk, fordi jeg ved transskribering, gennemlæsning og analyse hele tiden er åben overfor at opdage nye temaer og sammenhænge.
 - b. **Lukket analyse:** Dvs. der fokuseres på **forudbestemte temaer**, især fra interviewguidens spørgsmål 2 og 3, hvor respondenten bedes om at forholde sig til interviewerens elevers undervisningsevalueringer:
 - i. Ønsker dine elever (også) flere forsøg?
 - ii. Din vurdering af mine elevers lærings-argumenter i forbindelse med forsøg? (Sanser, Forstå, Færre elever i lokalet, Variation, Forsøg giver mening)

- iii. Dine didaktiske tips og tricks i forbindelse med dine forsøg?
3. Samlet analyse og kondensering af temaer fra alle 6 interviews, herunder både af forudbestemte temaer og nyfremkomne temaer. Væsentlige temaer samles i kategorier.

Jeg har valgt at anvende en kvalitativ metode fremfor en kvantitativ metode til at belyse problemstillingen. Den valgte form for kvalitativ metode er valgt for bedst muligt at kunne gå i dybden med at belyse lærernes tankespind, motiver og forståelsessammenhænge. Arbejdsprocessen er i høj grad induktiv, hvilket i praksis betyder, at det først er i løbet af dataanalysen og kondenseringen, at nye centrale temaer afdækkes.

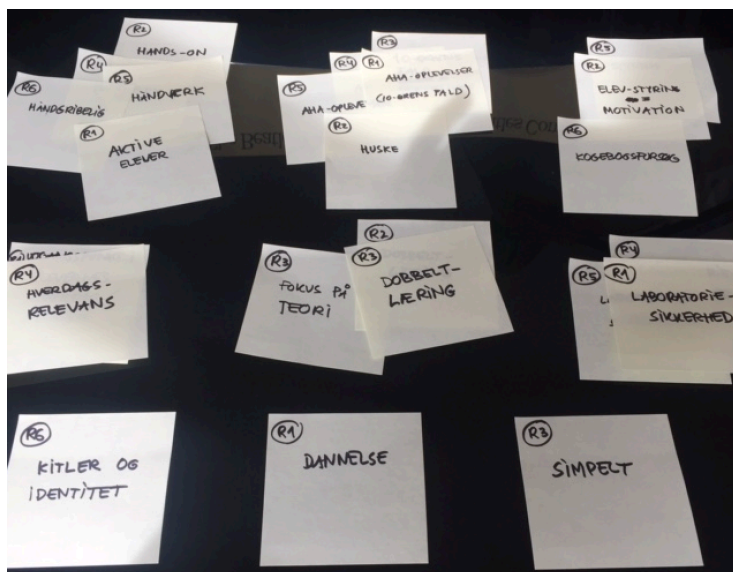
7B: LÆRERINTERVIEWS: RESULTATER

De 6 respondenter vurderes at være et rimeligt repræsentativt udsnit for københavnske kemi- og biologilærere: 3 mænd og 3 kvinder, halvdelen var fra gymnasier med overvejende ressourcestærke elever. Alle 6 respondenter var kemilærere, og 4 var også biologilærere. Aldersspredningen var 39-71 år. Undervisningserfaring var 6-40 år. Interviewsne varede fra ½-1 time og blev gennemført 20/3-6/4 2018.

De åbne og lukkede analyser af hvert af de 6 interviews kan findes i bilag 4.

ÅBEN ANALYSE – NYFREMKOMNE TEMAER

De nyfremkomne temaer fra de 6 interviews blev analyseret, tematiseret og kondenseret ned til de 9 kategorier, som ses på figur 11. *Lærerne har i relation til laboratorieforsøgs-læring overvejelser om: håndværk, aha-oplevelser, motivation, hverdagsrelevans, dobbeltlæring, laboratoriesikkerhed, identitet, dannelse og forsøgs-simplicitet.* Flere af kategorierne har overlap – f.eks. er der involveret en grad af motivation i de fleste kategorier, og det at huske er også en del af flere af kategorierne.



Figur 11: Post-its med kondensering af temaer fra lærernes tankespind, opdelt i 9 kategorier.

Dobbeltlæring

Når respondenter bruger begrebet ”dobbeltlæring” tolker jeg det således at laboratieforsøg kan være med til at skabe sanselig forståelse for især det naturvidenskabelige sprogs makroniveau (Hodson, 2008). Og denne sanselige forståelse for makroniveauet kan muligvis være med til at bygge bro til forståelsen og anvendelsen af de andre niveauer, og forbindelsen mellem sprogene/niveauerne. Laboratieforsøg kan således støtte forankringen af elevens læring og forståelse af kemi. Og spørgsmålet er, om laboratieforsøg kan medvirke til at eleverne bedre forstår og lærer sproget?

Identitet

R6 fortæller, at biotek-eleverne meget gerne ønsker at få kitler på, da kitlerne understreger deres identitet som biotek-elever. Biotek-eleverne kan derfor motiveres til faget ved at få kitler på.

Laboratoriesikkerhed

Den didaktiske hverdag, herunder pædagogiske indgangsvinkler på laboratieforsøg, er i nogen udstrækning forskellig på ressourcestærke og ressourcevage gymnasier. En forskel ligger i, på hvilket pædagogisk niveau laboratoriesikkerheden skal indtænkes i forsøgene. Respondenter fra de 3 ressourcevageste gymnasier i undersøgelsen har spontane overvejelser vedrørende laboratoriesikkerheden: R5 kalder eleverne i laboratoriet for ”Dampbørn”, R1 er opmærksom på at undgå at eleverne får ”fingrene i suppen” på uheldig vis, og R4 fortæller om elever der er til fare for sig selv og andre.

Respondenter fra de ressourcestærke gymnasier fortæller ikke om laboratoriesikkerhedsmæssige hensyn i interviewsne. Måske kan man her tale om, at lærere til ressourcetsvage elever bliver nødt til at fokusere ekstra på laboratoriesikkerhedspædagogik, og dermed har læreren færre ressourcer til at fokusere på elevernes øvrige læring.

Ressourcetsvage og -stærke

Der tegner sig en tendens til en forskel på lærernes didaktiske greb på gymnasierne, afhængigt af om læreren har mange ressourcetsvage eller ressourcestærke elever: R1, R4 og R5 fra de ressourcetsvage gymnasier lægger ekstra vægt på at tage udgangspunkt i elevernes hverdag, for således at motivere eleverne. R2, R3 og R6 fra de ressourcestærkere gymnasier lægger vægt på at stimulere eleverne til at reflektere over forsøg, for således at øge elevernes forståelse for koblingen mellem teori og praksis.

Flere af lærerne giver udtryk for at være under et væsentligt tidspres, hvilket naturligvis har væsentlig indflydelse på prioriteringer i forbindelse med tilrettelæggelsen af undervisningen. Alligevel prioriteres laboratorieforsøg højt for at stimulere forskellige typer af elever. Men tidspreset har betydning for valget af forsøg:

R6: Jeg prøver virkelig at finde forsøg, der er lette og som ikke kræver så meget forberedelse, men som selvfølgelig og forhåbentlig stadig giver den læring, det skal. Men det med at udtænke nye forsøg eller udtænke store komplekse forsøg som nogle af de gamle Mygind-forsøg... det bliver der mindre og mindre af... Det er fordi jeg føler mig presset på tid. Og det er lidt uheldigt. For jeg synes, at det kan give noget, som den almindelige tavleundervisning ikke kan – især for nogle typer elever.

Lærerinterviewsne afspejler også didaktiske trends om at flytte lærerrollen fra "Sage on the stage til guide by the side", IT-udfordringer og overvejelser om brugen af virtual reality. Derudover udviste alle 6 lærere et stærkt fagfagligt engagement, didaktisk refleksivitet, og et stort drive for deres elever.

LUKKET ANALYSE – FORUDBESTEMTE TEMAER

Lærernes briller på elevernes laboratorieforsøgs-argumenter:

Lærerne genkender, at de fleste elever ønsker flere forsøg. Men ikke alle.

Lærernes svar er ikke lige så entydige, som interviewerens elever:

I: Efterlyser dine elever også flere forsøg?

R6: Ja. I hvert fald langt hovedparten gør.

I: Er der nogen, der siger: færre forsøg?

R6: Ja, det er der. Nogen synes, de får mere ud af tavleundervisning, men langt hovedparten kan godt lide at komme i laboratoriet og lave forsøg.

Lærerne var ikke helt enige i, hvilke af elevernes argumenter for forsøg, som var væsentligst. De 6 respondenter (R1-R6) placerede begrebskortene i hver deres rækkefølge. Den prioriterede rækkefølge ses herunder, med den højeste prioritering øverst:

R1	R2	R3	R4	R5	R6
Mening	Sanse	Forstå	Variation	Forstå	Mening
Variation	Forstå	Mening	Mening	Mening	Sanse
Forstå	Mening	Variation	Forstå	Færre elever	Forstå
Færre elever	Variation	Sanse	Sanse	Variation	Variation
Sanse	Færre elever	Færre elever	Færre elever	Sanse	Færre elever

Sammenfattende om begrebskort-rækkefølgerne kan man sige, at lærernes holdning er, at

- "Mening" har ofte højest indflydelse på læringen
- "Forstå" har ofte forholdsvis høj indflydelse på læringen
- "Sanse" og "Variation" vurderes forskelligt i forhold til indflydelsen på læringen. Der er muligvis en tendens til, at respondenter fra ressourcetsvage skoler prioriterer variation højere end ressourcestærke. Dette understreges også af kommentarer fra respondenterne.
- "Færre elever" vurderes længst nede i hierarkiet i forhold til indflydelse på elevernes læring. Bemærk, at dette ikke er et argument for, at klassekvotienter godt må være høje i laboratoriet. Tværtimod udtrykker respondenterne, at antallet af elever i klasserne også er vigtigt – men de andre fire kategorier er blot endnu vigtigere.

Mening

I lærernes argumentationer for de enkelte begrebskort er "Mening" ofte vigtig:

R3: [Forsøgene] skal give mening for eleverne. Og det skal give mening ved at det beskriver og forklarer det emne, vi er ved. Og så at det er noget relevant for dem.

Forstå

Forståelse kobles indimellem til mening. R3 mener, at laboratorieforsøg kan være med til at gøre teorien håndgribelig, så eleverne opnår en slags ”dobbeltlæring”, og dermed øget forståelse for emnet:

R3: [Forsøg] giver en dybere forståelse af det emne, vi er ved. Syre-baser, når man først har lavet det: "nåh, det er sådan, det er... derfor". Så kan man forstå teorien i sammenhæng med det håndgribelige, altså forsøget. Man kan komme til at forstå meget dybere, hvis det er et godt forsøg.

Sanse

Sansning er vigtigt, for at eleverne føler sig motiverede til bagefter at arbejde med teorien:

R2: Det der med at sanse... Jeg tror, at en del af det er at opleve det på egen krop. At se... se meningen i, at nu har jeg fastet, og mit blodsukker er lavt. Når jeg så spiser de her æbler, så stiger det rent faktisk. Altså det at få det mærket, og selv være forsøgsperson i det, tror jeg er sindssygt vigtigt for motivationen.

Det er vigtigt, at eleverne bliver motiverede til at arbejde med teorien, for det er ofte først under det efterfølgende teoretiske rapport-arbejde, at ”10-øren falder”.

Variation

Ifølge R1 kan Laboratorieforsøg bruges som en afveksling i timerne, idet det flytter klasserummet fra tavleundervisning til mere aktive elever.

R1: For variationens skyld og fordi, når eleverne bevæger sig og er aktive, så tror jeg på, at de lærer mere. Det er min formodning.

Færre elever

Ifølge R5 er det vigtigt, at der er tid og plads til, at hun kan nå rundt og snakke med eleverne:

R5: Det er jo klart, at når der er 14 elever, og ikke 28, så er det jo nemmere at komme rundt og snakke med dem om, hvad de laver. Måske lige tage nogle af dem ud og snakke uformelt med dem om, hvad de laver... Og det motiverer eleverne at komme i laboratoriet og gøre ting.

Didaktiske tips og tricks i forhold til laboratorieforsøg

- R1 stiller ”snedige spørgsmål”, der kan stimulere elevens fokus og forståelse, så eleven tænker selv. Det er vigtigt at eleverne ”tænker selv” - i modsætning til kogeboogsøvelser, hvor man blot kan ”krydse af, at nu har jeg gjort det”.
- R2 laver sjove gimmick-forsøg.

- R3 går rundt og snakker med eleverne hele tiden, og stiller ofte spørgsmålet "Hvorfor gør I det?".
- R4 fokuserer på, at eleverne undersøger ting, som de kan relatere til deres hverdag. F.eks. hverdagskemi.
- R5 fortæller om, hvordan hun beder eleverne om at skrive figurtekster til en fotoserie af elevernes egne laboratorieforsøg (fremfor at skrive en rapport). Billed-figurteksterne får eleverne til at reflektere over de forsøg, som de selv har udført i laboratoriet. Og de kan ikke bare copy-paste fra tidligere rapporter.
- R5 prøver at være positiv.
- R6 sørger for at teorien er stærkt koblet til forsøget. R6 kan finde på stoppe elever midt i forsøget og samle op, for at øge eleverne bevidsthed om, hvad de laver.

7C: LÆRERINTERVIEWS: FORTOLKNING

Samlet set er der fremkommet 14 kategorier af temaer, som har relation til elevernes læring af laboratorieforsøg, som har været igennem lærernes tankespind: Dels de 5 temaer, som blev forudbestemt af eleverne - sanselse, forståelse, færre elever, variation og mening. Og dels de 9 nyfremkomne temaer, som blev fremsat af lærerne - håndværk, aha-oplevelser, motivation, hverdagsrelevans, dobbeltlæring, laboratoriesikkerhed, identitet, dannelse og forsøgs-simplicitet.

Hvis man sammenfatter litteraturens bud på argumenter for laboratorieforsøg i naturfagsundervisning (se indledning), kan hovedargumenterne for laboratorieforsøg deles op i: Motivation, laboratoriefærdigheder og forståelse. Alle 5 elev-argumenter falder ind under litteraturens argumentet om "forståelse", mens lærer-argumenterne kan opdeles, således: Håndværk, dannelse og laboratoriesikkerhed går ind under "laboratoriefærdigheder". Hverdagsrelevans, identitet og motivation går ind under litteraturens kategori "motivation". Og aha-oplevelser, dobbeltlæring og simplicitet går ind under "forståelse" (Se tabel 1).

Tabel 1: Sammenligning af argumenter for laboratorieforsøg i litteraturen og i denne opgaves empiriske grundlag – elevevalueringer og lærerinterviews

Litteraturen:	Motivation	Laboratorie-færdigheder	Forståelse
Empirien fra elev-evalueringer:			Sanse, forstå, variation, mening, få elever
Empirien fra lærer-interviews:	Hverdagsrelevans, identitet og motivation	Håndværk, dannelse og laboratorie-sikkerhed	Aha-oplevelse, Dobbelt-læring, Simplicitet

Flere af kategorierne har overlap – f.eks. er der involveret en grad af motivation i næsten alle kategorierne, måske bortset fra kategorierne vedrørende dannelse og laboratoriesikkerhed. I alle 5 elev-temaer indgår der implicit en grad af motivation.

Tjørens fald

Blandt lærerne på de ressourcestærkere gymnasier er der en tendens til et fokus på, at 10-øren først falder, når eleven sidder derhjemme og skriver rapport om forsøget. Dette fokus expliciteres ikke af de lærere, der arbejder på skoler med mindre ressourcestærke elever. Forskelligheden i tankespind tyder på, at lærerne tilpasser 10-ørens fald til elevernes formåen, herunder elevernes læringsselftillid (selfefficacy). Ressourcestærke elever med stor læringsselftillid kan fastholde deres læringsmotivation, selvom en opgave bliver vanskelig, og med begrænset støtte fra læreren. Mens ressource svage elever har svært ved at fastholde motivationen for at arbejde med en opgave uden at få støtte. Således kan det være en fordel at tilrettelægge undervisningen forskelligt, således at 10-ørens fald foregår under selve laboratorieforsøget i ressource svage klasser, mens 10-øren godt kan vente med at falde til senere i ressource stærke klasser.

7D: LÆRERINTERVIEWS: DELKONKLUSION

Lærerinterviewsne giver mange bud på, hvilke forhold, der er relevante at overveje i tilrettelæggelse og udførelse af laboratorieforsøg i science-undervisningen, så elevernes læringsudbytte optimeres. Der er langt fra en simpel one-size-fits-all model for laboratorieundervisningen. Tværtimod tyder interviewsne på at der er mange forhold der har indflydelse på den enkelte undervisningssituation.

Der er tegn på, at resourcesvagere elever kan have gavn af flere laboratorieforsøg - gerne kvalitative, simple hands-on forsøg og som giver mulighed for at få tiøren til at falde i selve laboratoriesituationen (in situ). Mens stærkere elever (med mere selfefficacy) kan have gavn af at fordybe sig i teorien efterfølgende et laboratorieforsøg. Således kan de stærkere elever godt bygge op til et tiøre-fald, når de efterbehandler rapporter derhjemme.

Respondenterne betragter generelt laboratorieforsøg som uundværlige for science-undervisning, men det er ikke alle deres elever, som ønsker flere forsøg, og nogle elever vil kunne få et større udbytte med andre typer af undervisning.

Af elevernes argument-kategorier mener lærerne generelt, at alle 5 kategorier er vigtige. Lærerne prioriterer ofte "mening" og "forstå", som de vigtigste argumenter for læringen fra laboratorieforsøg. Mens "sanselse", "variation" og "færre elever" generelt prioriteres lavere.

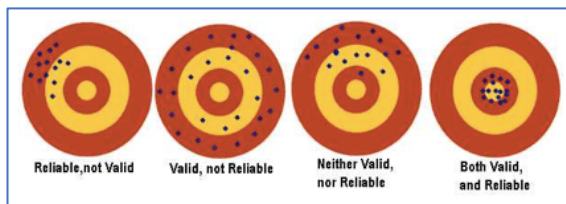
Lærernes tankespind blev kondenseret til 9 nyfremkomne temaer: håndværk, aha-oplevelser, motivation, hverdagsrelevans, dobbeltlæring, laboratoriesikkerhed, identitet, dannelse og forsøgs-simplicitet.

I litteraturen kan hovedargumenterne for laboratorieforsøg deles op i: Motivation, laboratoriefærdigheder og forståelse. Alle 5 elev-argumenter falder ind under litteraturens argumentet om "forståelse", mens lærer-argumenterne kan opdeles, således: Håndværk, dannelse og laboratoriesikkerhed går ind under "laboratoriefærdigheder". Hverdagsrelevans, identitet og motivation går ind under litteraturens kategori "motivation". Og aha-oplevelser, dobbeltlæring og simplicitet går ind under "forståelse".

Lærernes argumenter tager hensyn til både laboratorie-didaktiske fordele og ulemper og ressourceforbrug, herunder deres egen forberedelsestid.

8: DISKUSSION

FORDELE OG ULEMPER VED UNDERSØGELSESDESIGNET



Der er både fordele og ulemper ved mit forsøgsdesign, herunder valget af ”mixed method” (kvalitativ + kvantitativ metode), hvor udgangspunktet for indsamlingen af lærer-empirien baseres på elev-empirien.

Mine egne elevers 688 undervisningsevalueringskemaer fra 2010-2017 blev gennemgået både kvantitativt og kvalitativt, for at undersøge både hvor mange elever, der skriver om forsøg, og hvordan de argumenterer i relation til forsøgene (hvorfor). Det forholdsvis høje antal skemaer (688) gør den kvantitative undersøgelse forholdsvis pålidelig (reliable), og den efterfølgende kvalitative undersøgelse øger den samlede elev-undersøgelses gyldighed (validity) i forhold til *min* undervisning. Denne undersøgelse er naturligvis ikke særlig valid i forhold til andre læreres undervisning.

6 lærere blev interviewet kvalitativt. Fordelen ved at anvende kvalitativ metode er, at empirien får ”dybde”, og dermed en høj gyldighed. Og dette er helt afgørende, når målet er at undersøge læreres tankespind omkring deres laboratorie-undervisning. Ulemperne ved den kvalitative metode er en høj grad af interviewbias og analysebias, idet udsagn fra respondenter undergår en subjektiv behandling fra forskeren. Jeg har dog gjort mig en række foranstaltninger for at reducere interviewer- og analysebias – bl.a. har jeg ladet en væsentlig del af interviewguiden tage udgangspunkt i kondensatet fra undersøgelsen af mine elevers evalueringsskemaer.

I dette projekt var det kun muligt at nå at interviewe 6 lærere, hvilket er et rimeligt antal. Men selvom de fleste temaer begyndte at gentage sig i de sidste interviews, er det min vurdering, at interviewrækken med fordel kunne have fortsat yderligere 1-2 interviews, for at øge gyldigheden af undersøgelsen.

BETYDNINGEN AF LABORATORIEFORSØG FOR LÆRINGSEFFEKTIVITET

Hodson skriver ifølge MONA (Hodson, 2008) kritisk om praktisk arbejde i naturfagene, at

”Det eneste vi kan sige, er at nogle lærere er i stand til med held at anvende praktisk arbejde i forhold til nogle børn og til at nå nogle af deres mål”

Dette udsagn stemmer godt overens med den norske undersøgelse (Jørgensen 2010), hvor 31% af eleverne angiver, at de får mest ud af laboratorieforsøg, imens 63% får mest udbytte af forelæsninger. I min kvantitative undersøgelse af egne elever, er der 23% af eleverne, som spontant angiver, at de ønsker "flere forsøg". Og flere lærere fortæller i de kvalitative interviews, at laboratorieforsøgene er vigtige for elevernes læring, da laboratorieforsøg giver eleverne mulighed for en slags "dobbeltlæring". Men en lærer med ressourcestærke elever nævner, at elevernes konkrete læringsudbytte muligvis ville være større hvis han skiftede laboratorieforsøgene ud med klasseundervisning:

R6: i forhold til læring... så tror jeg, at jeg kunne lære dem det samme på kortere tid ved at lave tavleundervisning"

Omvendt pointerer R6, at laboratorieforsøg giver mulighed for at variere undervisningen, og således især kan være en læringsmæssig fordelagtig variant i dagens sidste undervisningsmoduler, hvor eleverne er trætte.

Empirien fra elevevalueringerne understøtter bekendtgørelsens krav om, at der bør være ca. 20% eksperimentel tid i naturvidenskabelige fag. Bekendtgørelsens krav stemmer nemlig godt overens med, at ca. en femtedel af eleverne bliver særligt motiverede af forsøg.

I litteraturen deles hovedargumenterne for laboratorieforsøg op i: Motivation, laboratoriefærdigheder og forståelse. Der blev fundet 5 argumenter i gennemgangen af elevevalueringer, som alle falder ind under litteraturens argumentet om "forståelse": Sanselse, mening, forståelse, variation og færre elever i lokalet. Under lærerinterviews blev alle 5 elev-argumenter vurderet som vigtige for læring. Der blev fundet yderligere 9 kategorier af argumenter i lærerinterviews: Håndværk, dannelse og laboratoriesikkerhed går ind under "laboratoriefærdigheder". Hverdagsrelevans, identitet og motivation går ind under litteraturens kategori "motivation". Og aha-oplevelser, dobbeltlæring og simplicitet går ind under "forståelse".

FORSTÅELSE

Laboratorieforsøg kan have betydning for elevens forståelse af kemiens tre sprog/niveauer og forbindelser mellem sprogene (Hodson, 2008).

Laboratorieforsøg belyser det såkaldte makroniveau, og elevens for- og efterbehandling af forsøget kan skabe forbindelse mellem de forskellige niveauer. Samtidig kan forståelsen af naturfagernes epistemologi (Kelly, McDonald, & Wickman, 2012) stimuleres, når eleverne selv tilrettelægger, udfører og behandler laboratorieforsøg af arbejdsformen

I det begrænsede omfang, at man kan have tillid til hierarkierne i læringspyramiden, betyder den, at læringsudbyttet øges væsentligt ved at ændre

undervisningen fra at være baseret på foredrag og læsning til at være baseret på, at eleverne selv udfører laboratorieforsøg.

Dohn (Dohn, 2006) undersøgelse af elevers interesse, engagement og motivation i biologi viser, at "situationel interesse" fanges af både hands-on- og ahaoplevelser. Men Abrahams (Abrahams, 2009) har vist, at forsøg hovedsageligt resulterer i kortvarigt engagement, og ikke nødvendigvis skaber langvarig interesse.

LÆRINGS DIVERSITET OG MOTIVATION

Der er ikke noget, som tyder på, at man kan finde nogen ultimativt god "one-size-fits-all"-måde at undervise på. Bestemte undervisningsformer modeller (f.eks. IBSE, forelæsning, laboratorieforsøg osv) passer bedre til nogle elever end andre. Denne diversitet genfindes også i (Jørgensen, 2010). Læringssituationer skal samtidig tilpasses til de andre elementer i læringstrekanten (Dolin, 2015) - lærer og undervisningsstof. Læringen kan ikke ses ude af denne kontekst. Således kan læringstrekanten ses som en plastisk model, hvor hjørnerne er dynamiske, og flytter sig i forhold til den enkelte situation (elev, lærer og stof). Derfor er det en fordel hvis lærerne hele tiden dynamisk tilpasser læringssituationen til den enkelte elev/klasse. Differentieret tilpasning af undervisningen er ofte nødvendigt, hvis eleverne skal "rammes" i deres motivations-flowzone (jf. Ågårds motivations-model, figur 7)

10-ØRENS FALD HOS RESSOURCESTÆRKE OG RESSOURCESVAGE

Denne opgave havde ikke til hensigt at undersøge om der er forskelle på ressourcestærke og ressource svage, men alligevel giver empirien anledning til refleksioner omkring didaktiske forskelle på ressource svage og stærke elever. Lærerinterviewsne tyder på, at 10-øren i højere grad bør falde "in situ" i laboratoriet i ressource svage klasser. Ressource stærke kan bedre kapere, at 10-øren falder derhjemme under rapportskrivning. Dette betyder også, at der i kan være fordele ved at øge fokus på hurtige kvalitative forsøg, som kan kobles på teori og samles op "in situ", i forbindelse med selve laboratorieforsøget. Komplicerede kvantitative forsøg, der kræver hjemmearbejde og graf-efterbehandling mv fungerer bedre i ressource stærke klasser. Dette kan hænge sammen med at ressource stærke elever har en øget læringsselvtilid (Bandura, Self-efficacy: The exercise of control., 1997).

IBSE

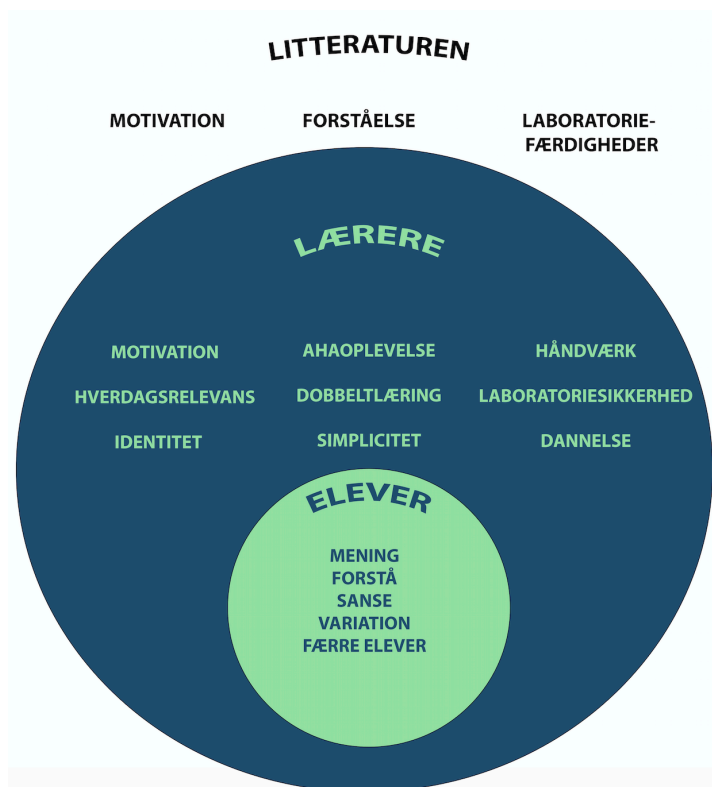
Mange af de forståelsesmæssige og motivationsmæssige udfordringer ved scienceundervisning, herunder laboratorieforsøg, kan imødekommes med IBSE, fremfor kogebovsøvelser. Men selvom det er pædagogisk moderne at forkaste kogebovsøvelser, kan der være didaktiske fordele ved kogebovsøvelserne, herunder bl.a. at kogebovsøvelser ofte er mindre tidskrævende.

9. KONKLUSION

Empirien i dette projekt tyder på, at laboratorieforsøg i scienceundervisningen er meget vigtige for en væsentlig del af eleverne. Elevernes fem argumenter for laboratorieforsøg handler om, at forsøgene hjælper til at forstå stoffet, at skabe mening, at stimulere deres sanser, at skabe variation i undervisningen, og at færre elever i lokalet giver bedre læringsmuligheder.

Set igennem lærernes briller er alle fem elev-argumenter for laboratorieforsøg vigtige. Derudover er lærerne samtidig også fokuserede på en række andre argumenter, der har betydning for elevernes læring fra laboratorieforsøg. Argumenterne er samlet i ni kategorier: Hverdagsrelevans, identitet, motivation, håndværk, dannelse, laboratoriesikkerhed, aha-oplevelse, dobbeltlæring og simplicitet.

Et sammenkog af litteraturen om laboratorieforsøg tyder på, at argumenter for laboratorieforsøg kan sammenkoges til tre overordnede argumenter: Motivation, laboratoriefærdigheder og forståelse. De fem elev-argumenter relaterer sig til kategorien "forståelse", mens lærernes ni argumenter fordeler sig på litteraturens 3 overordnede kategorier. Se figur 12.



Figur 12: Argumenter for laboratorieforsøgs betydning for elevernes læring, set gennem elevens, lærernes og litteraturens briller

10. PERSPEKTIVERING

Der findes ikke nogen "one-size-fits-all"-måde til at undervise læringseffektivt i laboratoriet. Det er særdeles situations- og personafhængigt (jf. didaktikkens læringstrekant). Men lærere kan *inspirere* hinanden til hele tiden at udvikle deres undervisning, og på den måde kan læringseffektiviteten øges.

11. BIBLIOGRAFI

- Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(16), s. 2335 – 2353 .
- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), s. 1945-1969.
- Ågård, D. (2014). *Motiverende relationer. Lærer-elev-relationens betydning for gymnasieelevers motivation*. Aarhus Universitet. Aarhus: Aarhus Universitet.
- Ågård, D. (2015). Kap. 3: Teorier om motivation. I D. Ågård, *Motivation* (1. udgave, 2. oplag udg.). Aarhus, Danmark: Frydenlund.
- Ågård, D. (2015). *Motivation*. Aarhus, Danmark: Frydenlund.
- Ågård, D. (10. 8 2015). *Slides og noter fra foredrag på Københavns Åbne Gymnasium*. (D. Ågård, Udøvende kunstner)
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. *Encyclopedia of human behavior*, 4, s. 71-81.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY, USA: W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Beck, S. (2006). Elever, skole, lærerrolle og køn. I J. D. Damberg, *Gymnasiepædagogik – en grundbog* (s. 430-451). København: Hans Reitzels Forlag.

- Beck, S. (2016). Kap. 2: Didaktik, dannelse, metoder og lærerrollen. I S. Beck, *Pædagogikum mellem teori og praksis – en brugsbog til de almindidaktiske moduler* (1. udgave, 1. oplag udg.). Frydenlund.
- Christensen, U., Schmidt, L., & Dyhr, L. (2007). Det kvalitative forskningsinterview. I R. S. Vallgård, *Forskningsmetoder i Sundhedsvidenskab* (s. 61-86). København: Munksgaard.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow*. New York: Harper Perennial.
- Dohn, N. B. (2006). Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv. *MONA*, 3, s. 7-24.
- Dolin, J. (14. 09 2015). *Læringsteorier - i grundtræk mshp naturfag. Slide 5, MISU kursus 1*.
- Dunn, R., Dunn, K., & Perrin, J. (1994). *Teaching Young Children Through Their Individual Learning Styles*. Allyn & Bacon. Hentet fra Om læringsstile: <http://www.laeringsstil.dk/omlaeringsstile.asp>
- Frisdahl, K. (2014). *Kompendium: Inquiry Based Science Education, IBSE – Termer, metoder, tankegange og erfaringer: Undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og matematik*. Københavns Universitet.
- Gott, R., & Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), s. 791-806.
- Hernes, S., & Letrud, K. (2009). Læringspyramiden – en undersøgelse av opphav, utbredelse og gyldighet. *Uniped*.
- Hodson, D. (2008). Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene. *MONA*(3), s. 7-20.
- Jacobsen, L. B. (2008). Formå med eksperimentelt arbejde i fysikundervisningen. *MONA*(4).
- Jørgensen, S. (2010). *Undervisning i Bioteknologi - Laboratoriearbeid. Mastergradsoppgave i biologi. Lektorutdanning i realfag*. Tromsø: Universitetet i Tromsø.
- Jensen, J. H. (2002). Tre grunde til fysikundervisningen. I G. Hansen, & C. Claussen, *SÅDAN? – bud på ændringer af og udfordringer til fysikundervisningen i det almene gymnasium* (s. 37-40). Uddannelsesstyrelsen.
- Kelly, G., McDonald, S., & Wickman, P. (2012). Science Learning and Epistemology. *Springer International Handbooks of Education*, 24.
- King, A. (1993). From Sage on a Stage to Guide on the Side. *College Teaching*, 41(1), s. 30-35.
- Krag-Jacobsen, J. (1993). *Interview. Kunsten at lytte og spørge*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Kvale, S. (1997). *InterView. En introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. København: Hans Reitzels Forlag.

- Mortensen, N. P., & Behrendt, M. H. (2015). *www.eva.dk*. Hentet fra Danmarks Evalueringsinstitut: <https://www.eva.dk/gode-evaluering-3-saadan-vaelger-metode>
- NLT. (u.d.). Læringsinstitut. *Learning Pyramid*. National Training Laboratories Institute for Applied Behavioral Science, Alexandria, VA, USA.
- Polovina, S. (2011). *About the Learning Pyramid*. Hentet fra Goldschmidt College: <http://homepages.gold.ac.uk/polovina/learnpyramid/about.htm>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology* (25), s. 54-67.
- Schilling. (2006).
- Schilling, V. (2006). *Mentale modeller og eksperimentelt arbejde i fysikundervisningen*.
- SDU, S. U. (2014). *www.sdu.dk/paedagogikum*. Hentet fra https://www.sdu.dk/da/om_sdu/institutter_centre/ikv/uddannelse/paedagogikum1/teopaedopgaven:
file:///Users/martinmejlhedejensen/Downloads/Studieordning%20P%C3%A6dagogikum.pdf
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of chemistry "triplet". *International Journal of Science Education* .
- Undervisningsministeriet. (2016). *retsinformation.dk*. Hentet April 2018 fra Retsinformation: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=152507#Bil32>
- Undervisningsministeriet. (2017). *Uvm.dk*. Hentet 05. 05 2018 fra <https://uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>
- Wilson, C. D., Taylor, J., Kowalsky, S., & Carlson, J. (03 2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Inc. J Res Sci Teach*, s. 276-301.
- Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

12. BILAG

BILAG 1: BREV/EMAIL TIL RESPONDENTER

Kære [NAVN]

Jeg hedder Martin Mejlhede, og er kemi- og biologilærer på Københavns Åbne Gymnasium. Jeg skriver til dig, fordi jeg er ved at indsamle empiri til mit speciale i Scienceundervisning. Jeg har valgt at kontakte netop dig, fordi din lærerprofil umiddelbart passer godt med formålet med min undersøgelse.

Derfor vil jeg høre, om du har mulighed for at jeg kommer forbi din skole og interviewer dig en af de nærmeste dage? – gerne f.eks. [DATO]?

Interviewet tager ½ time, og jeg giver wienerbrød eller frokostsandwich til gengæld for ulejligheden.

Om interviewet og specialet:

I forbindelse med indsamlingen af empiri til mit masterspeciale i scienceundervisning på Institut for Naturfagsdidaktik, gennemfører jeg anonyme kvalitative interviews med 5-10 biologi- og kemilærere, for at belyse **laboratorieforsøgs betydning for elevers læring, set igennem lærernes briller.**

Jeg optager interviewet med henblik på efterfølgende transkribering. Interviewpersoner bliver anonymiseret i specialet.

For at få det bedste udbytte af interviewet, er det vigtigt, at du på forhånd har reflekteret over din seneste undervisning, hvor eleverne udførte et laboratorieforsøg. Jeg er interesseret til at spørge ind til dine tanker om, hvad du oplever som vigtigt for at eleverne får størst muligt udbytte (læring) af laboratorie-arbejdet. Og jeg er interesseret til at spørge dig, hvad du lægger vægt på i planlægning og udførelse af laboratorieforsøg. Herunder både overordnede didaktiske greb, og konkret lavpraktiske pædagogiske tricks.

Interviewformen er åben og vil tage udgangspunkt i en undersøgelse af mine egne elevers evalueringer af min undervisning gennem de sidste 8 år. Mine egne elever har forskellige argumenter for at ønske flere forsøg i biologi- og kemi-undervisningen, og disse argumenter vil jeg gerne høre dine tanker om.

Jeg håber, at du har mulighed for at medvirke.

Venlig hilsen

Martin Mejlhede Jensen

Lektor i kemi og biologi ved Københavns Åbne Gymnasium

Specialestuderende ved Master i Scienceundervisning, IND, KU

BILAG 2: INTERVIEWGUIDE

Kvalitativt Interview af sciencelærere, som empiri-indsamling til MISU-speciale med arbejdstitlen: *Laboratorieforsøgs betydning for elevers læring, set igennem lærernes briller*

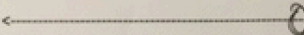
A. Generelle oplysninger om respondenten:

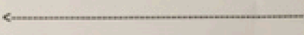
Alder? Antal års undervisningserfaring? Hvilket år tog du pædagogikum?

- 1. Tag konkret udgangspunkt i dit seneste laboratorieforsøg. Forklar, hvad det handlede om – og hvad du lagde vægt på? hvorfor?**
 - a. Beskriv hvad forsøget gik ud på, og hvordan det forløb
 - b. Fik eleverne det forventede læringsudbytte?
 - c. Hvilke didaktiske ”tricks” (lavpraktisk pædagogisk) anvender du for at maximere elevernes læringsudbytte?
- 2. Jeg har gennemgået samtlige mine undervisnings-evalueringer de seneste 8 år. Eleverne ønsker flere forsøg. Er det også din erfaring? Hvorfor tænker du, at det forholder sig sådan?**
- 3. Eleverne har disse 5 kategorier af argumenter for forsøg.** [Interviewer lægger 5 begrebskort på bordet].
Hvilke argumenter mener du, er vigtigst i forhold til elevernes læring? Hvorfor?
De 5 begrebskort:
 - a. Sanselse
 - b. Forståelse
 - c. Færre elever i lokalet
 - d. Variation
 - e. Forsøg giver mening
- 4. Er der andre kategorier af argumenter, som du savner?**

BILAG 3: EKSEMPEL PÅ EVALUERINGSSKEMA

Slut-evaluering 1d nv 2014

Din indsats Lille ←  → stor

Dit læringsudbytte Lille ←  → stor

Skriv om undervisningen:

Hvad har fungeret godt?

~~at vi selv h~~
mythbusters perioden
det var fedt at skone i øjne

Hvad kan forbedres?

flere forsøg

Andre kommentarer, forslag mv.

flere forsøg

BILAG 4: PRIMÆRE FORTOLKNINGER AF DE 6 KVALITATIVE INTERVIEWS

R1 betyder "Respondent 1" og "-1" betyder åben analyse efter nye temaer, mens "-2" betyder lukket analyse med de forudbestemte temaer.

R1-1: Umiddelbare refleksioner og nye temaer

- R1 er tilbageholdende med at "presse" noget bestemt viden ned i eleverne. Hun kan godt lide at tage udgangspunkt i elevernes verden. Hun ønsker, at de selv skal gøre sig tanker ud fra forsøget. Efterfølgende skriftlige spørgsmål kan så følge op på elevens eventuelle fejlfortolkninger. Hun holder sig gerne i baggrunden, når grupperne laver forsøg, og så lytter hun til elevernes diskussion.
- R1 er spontant opmærksom på kravet fra bekendtgørelsen om mindst 20% eksperimentelt arbejde.
- R1 lægger vægt på laboratorieforsøg som en didaktisk fordelagtig "variation" af undervisningen, hvor eleverne er aktive – i modsætning til klassisk tavleundervisning.
- R1: Forsøg er ikke "bare leg". Forsøg skal få eleverne til at "undres", så eleverne kan forstå emnet.
- Mht. begrebet "sanselse" fokuserer R1 på laboratoriesikkerheden for eleverne. I kemilokalet ønsker hun at undgå, at eleverne skal have kemikalier på hænderne, "fingrene i suppen". Ingen af mine elevers evalueringer har fokus på laboratorie-sikkerheden.
- Dannelses-argumentet er vigtigt for R1: Eleverne skal lære, at hendes fag er et eksperimentelt fag. "det [eksperimentelle] er egenarten ved naturvidenskab".
- R1 skelner mellem "eksperiment", "forsøg" og "øvelser":
 - I øvelser øver eleven sig – f.eks. i at afpipettere
 - I forsøg/eksperiment tester man en hypotese
- R1: Kort eller lang vejledning? – det afhænger af læringsformålet, og tidsmæssige rammer.
- R1: Hvor er læringen situeret? (hvornår falder 10-øren?) Læringen foregår ofte ikke i selve laboratoriet, men derimod når eleven efterbehandler forsøget. I nogle tilfælde kan eleven dog få "aha-oplevelser"/overraskelser i laboratoriet, således at læringen falder på plads under forsøget.

R2-1: Umiddelbare refleksioner og nye temaer

- R2 mener, at begrænset lærerstyring, og når eleverne selv "owner" deres laboratorieforsøg, så lærer eleverne ekstra meget, fordi de selv har ansvaret.

- Gimmick-forsøg (som f.eks. at illustrere diffusion med et sjovt forsøg med appelsinskrælning) hjælper eleverne til at kunne huske, det de har lært.
- Forsøg kan være en hjælp til at eleverne kan få styr på teorien.
- Det er vigtigt for R2, at eleverne får en "naturvidenskabelig tankegang".
- Laboratorieforsøg kan medføre en uformel omgangstone i klasserummet.
- Laboratorieforsøg er motiverende, når man selv er forsøgsperson
- Det er motiverende især for nogle elevtyper, når læringsrummet skifter og bliver lav-praktisk hands-on. Det giver nye succes-oplevelser.

R3-1: Umiddelbare refleksioner og nye temaer

- Elev-Fascination og interesse. R3 mener, at forsøg er gode til at skabe fascination hos eleverne.
 - Dette minder om de journalistiske nyhedskriterier, AVISK (Aktualitet, Væsentlighed, Identifikation, Sensation og Konflikt). Hvis man kan fange eleverne ind på samme måde som i AVISK, så er der sandsynligvis øget chance for læring. Særligt i forhold til elever på ungdomsuddannelser er I (Identifikation) et særlig vigtigt kriterie, da det er en særlig identitetssøgende aldersgruppe.
- Han gør sig mange tanker om, hvornår eleverne lærer noget af eksperimenter: Det skal være simpelt, og holde fokus på teorien/emnet.
- Og "det skal være noget som eleverne kender noget til".
- R3 har selv skrevet alle sine egne laboratorieforsøgsvejledninger. Dette er en fordel, fordi det giver ham mulighed for at tilpasse til alle læringstrekantens tre elementer (elev-stof-lærer). Elev: F.eks. tilpasning til de dygtige arbejdsomme elever på netop hans skole. Stof: Tilpasning til hans egen skoles laboratoriefaciliteter og muligheder i nærområdet (f.eks. KU-besøg og indhentning af havvand i nærområdet). Lærer: Tilpasning til egen psykodynamiske lærerprofil, herunder "styringsgrad"/"styringstemperament" i laboratoriet.
- Hvornår 10-øren falder afhænger især af kompleksitetsgraden af forsøget. Ved enkle forsøg kan 10-øren godt falde under udførslen. Ved komplicerede forsøg falder 10-øren sandsynligvis først, når eleven skal skrive rapporten.
- Laboratoriedidaktiske tricks: R3 er hele tiden i dialog med eleverne. Han stiller spørgsmålet: "Hvorfor gør I det?"
- Forsøg må ikke laves bare for forsøgets skyld. Forsøg skal være relevante for det emne, som eleverne arbejder med. Og det er vigtigt, at eleverne har været igennem baggrundsteori, inden de går i gang med forsøg, således giver forsøget bedst mening.
- Laboratorie-forsøg giver eleverne mulighed for en slags "dobbeltlæring". R3 anvender ikke begrebet "dobbeltlæring" - det begreb er anvendt af andre respondenter. Men han siger om elevernes forståelse af stoffet, at " Så kan man

forstå teorien i sammenhæng med det håndgribelige, altså forsøget. Man kan komme til at forstå meget dybere, hvis det er et godt forsøg."

- R3 differentierer eleverne til forskellige laboratorieforsøg i klasseundervisningssammenhænge – f.eks. et potentiometrisk titreringsforsøg til dygtigere kemi c-elever, mens de øvrige blot udfører et kolorimetrisk titreringsforsøg.

R4-1: Umiddelbare refleksioner og nye temaer

- R4 mener, at laboratorieforsøg kan være gode til at give eleverne en håndværksmæssig forståelse.
- R4 anvender hverdagskemi til at gøre faget relevant for dem. Han prioriterer, at eleverne kan relatere laboratorieforsøg til deres hverdag.
- R4s (svage) elever har mange blokeringer: "Bare det at man siger "kemi", så har de svært ved at... selv deres 3. klasse-regneevner er forsvundet, når man siger kemi [griner]."
- R4 mener, at laboratoriet kan give eleverne "aha-oplevelser".
- R4s elever kan være svære at holde styr på, så det er en fordel, hvis klassen er lille: "jeg var heldig. Der var [kun] 12 [elever]"
- R4 bruger en øget grad af journalundervisning (fremfor rapporter), fordi eleverne ikke er særlig fagfagligt stærke.

R5-1: Umiddelbare refleksioner og nye temaer

- R5 har refleksioner over styring >< åbne laboratorieforsøg
- Dygtige elever skulle gerne få "aha-oplevelser", ved efterbehandlingen af data
- "Håndværk" er en læring af laboratorieforsøgt.
- R5 bruger fotokopierede øvelsesvejledninger og blyant til laboratorieøvelser. Både af laboratoriesikkerhedsmæssige hensyn, og af didaktiske hensyn.
- R5 nævner "små succeser" i forbindelse med 10-ørens fald. Og hun nævner, at eleven har et udråb "guud ja..."
- R5 vil gerne lave IBSE-forsøg, men det tager RIGTIG lang tid.
- Nogle elever fungerer godt i laboratoriet, men er ikke gode til efterbehandlingen. Nogle elever starter i 1g som "DAMP-børn" i laboratoriet. Og der går et helt år, før man får dem til at opføre sig ordentligt.
- R5 fortæller meget om udfordringer med computerefterbehandling i Loggerpro. Jeg tolker det som om, at hun synes at Loggerpro er en del af laboratorieforsøget. Hardware- og softwareproblematikker hører nogle gange

med som en integreret del af laboratorieforsøg, og dermed til lærerens didaktiske refleksioner i forbindelse med laboratorieforsøg.

R6-1: Umiddelbare refleksioner og nye temaer

- R6 er under et stadig øget tidspres, og er derfor nødtvunget til at simplificere laboratorieforsøg, så de kræver mindre forberedelse af læreren.
- 10-øren falder hovedsageligt, når eleverne kommer hjem efter et forsøg, og skal skrive en opgave om forsøget.
- R6 mener, at en af laboratorieforsøgs forcer er, at gøre læringen mere håndgribelig for eleverne.
- R6 er bevidst om, at kogebofsforsøg ikke bidrager væsentligt til læringen.
- R6 mener, at kitler og laboratorieforsøg er en del af nogle biotekelevers selvopfattelse. Kitlerne skaber identitet for eleverne.
- R6 har afprøvet VR-briller med virtuelt laboratorium for sine elever. Men det synes eleverne ikke om: "man skal ikke underkende sansningen og den variation, at de bliver tvunget væk fra computeren og de skal arbejde med tingene i hånden, og dét er to vigtige parametre, som man ikke skal underkende, og som man ikke får ved virtuel undervisning. Så selvom det er smart og jeg kan se, at det ville spare mig meget tid, så tror jeg man ville tabe rigtig meget."

R1-2: Lukket analyse, forudbestemte temaer

- Ønsker dine elever (også) flere forsøg?
 - R1 mener ikke, at hendes elever fra seneste laboratorieforsøg ønsker flere forsøg. Det skyldes særlige forhold på hendes seneste hold, som skulle haste igennem hele det eksperimentelle pensum på en weekend. Således hænger forsøgene ud af halsen på eleverne. På andre hold, hvor undervisningen er struktureret anderledes, er forsøg gode til at skabe variation i undervisningen.
- Din vurdering af mine elevers lærings-argumenter i forbindelse med forsøg?
 - R1: Mening-variation-forstå-færre elever-sanse
 - Alle 5 temaer skønnes vigtige, og det er vanskeligt at prioritere.
 - Sanser: Giver mulighed for at lære og *forstå* stoffet på en ekstra måde, "dobbeltlæring". "Dobbeltlæring" = når eleverne lærer et emne både ved hjælp af deres sanser og ved hjælp af teori. Sansningen i laboratorieforsøg ser R1 som en læringsvariant.

- Få elever i lokalet øger læringen: Færre elever i lokalet øger lærerens mulighed for at facilitere elevernes læring, ved at stille "snedige" spørgsmål til eleven, der tager udgangspunkt i netop hans verdensforståelse: "hvis man har mulighed, og få elever i lokalet – så kan man jo netop følge med og gribe ind, og stille nogle tilpas snedige spørgsmål på de rigtige tidspunkter, så eleverne kommer til at tænke videre selv."
- Variation: Laboratorieforsøg flytter klasserummet fra tavleundervisning til mere aktive elever, og giver derved en afveksling i timerne.
- Forsøg skal give mening – de skal være knyttet til det teoretiske stof, som eleverne arbejder med.
- Dine didaktiske tips og tricks i forbindelse med dine forsøg?
 - R1 ønsker at tage udgangspunkt i elevernes verdensforståelse, og bygge viden ovenpå denne, når der er laboratorieforsøg. Det gør hun ved at lytte meget til elevernes diskussioner, når de udfører forsøgene – fremfor at gribe ind og korrigere. Og så forsøger hun at stille "snedige spørgsmål", der kan stimulere elevens fokus og forståelse, så eleven tænker selv. Det er vigtigt at eleverne "tænker selv" - i modsætning til kogeboogsøvelser, hvor man blot kan "krydse af, at nu har jeg gjort det".

R2-2: Lukket analyse, forudbestemte temaer

- Ønsker dine elever (også) flere forsøg?
 - R2: Ja. De kan lide variationen og den uformelle omgangstone i klasserummet.
- Din vurdering af mine elevers lærings-argumenter i forbindelse med forsøg?
 - R2: Sanser-forstå-mening-variation-færre elever
 - Sanser: Det er vigtigt for motivationen, og hjælper til at huske stoffet.
 - Relevansen af de enkelte ordkort afhænger af klassens (fagligt niveau mv)
 - "Forstå" og "mening" hænger sammen, fordi forsøg hjælper til at forstå teorien, og på den måde giver forsøget mening som en del af et undervisningsforløb
 - Forsøg er i sig selv en "Variation" af undervisningen. Og den variation er vigtig i mange klasser. Men det er ikke særlig relevant i hendes meget dygtige klasse.
 - "Færre elever i klassen" er heller ikke vigtigt i R2s dygtige klasse, fordi eleverne er gode til at hjælpe hinanden, når de er mange.

- Dine didaktiske tips og tricks i forbindelse med dine forsøg?
 - Sjove gimmick-forsøg

R3-2: Lukket analyse, forudbestemte temaer

- Ønsker dine elever (også) flere forsøg?
 - R3: Ja, det efterspørger de tit. Men der er en maksimal mængde i forhold til det tidsmæssige og forståelsesmæssige.
- Din vurdering af mine elevers lærings-argumenter i forbindelse med forsøg?
 - R3: Forstå-mening-variation-sanse-færre elever
 - Forstå: Forsøg giver forståelse for teorien, fordi teorien bliver håndgribelig
 - Mening: Forsøget skal være relevant for eleverne
 - Variation: Laboratorieforsøg er en fordel man har i de naturvidenskabelige fag, fordi det giver variation i undervisningen. Man får det en gang til, men på en helt anden måde.
 - Sanser: Giver bedre læring, f.eks. når man har set det.
 - Færre elever: Har lavest prioritet, da R3s elever er "privilegerede"
- Dine didaktiske tips og tricks i forbindelse med dine forsøg?
 - R3: Går rundt og snakker med eleverne hele tiden. Stiller ofte spørgsmålet "Hvorfor gør I det?"

R4-2: Lukket analyse, forudbestemte temaer

- Ønsker dine elever (også) flere forsøg?
 - Ja. R4s elever vil gerne have flere forsøg - måske fordi de opfatter laboratorieforsøgene som et "frirum". Men R4s svage elever er mindre interesserede i efterbehandling af forsøgene, end at "lege i laboratoriet"
- Din vurdering af mine elevers lærings-argumenter i forbindelse med forsøg? (Sanser, Forstå, Færre elever i lokalet, Variation, Forsøg giver mening)
 - R4: Variation-mening- forstå-sanser-færre elever
- Variation, fordi eleverne gerne vil have en "anden setting"
- Mening: Når det er noget fra elevernes hverdag, så giver det mening for eleverne.
- Forstå: Mening giver forståelse
- Sanser: " Det er godt for alle elever at se det, men der er nogle, hvor den taktile og visuelle ting gør, at det fæstner sig bedre hos dem. Og det tror jeg ikke

nødvendigvis at særlig mange af eleverne er bevidste om. De synes bare, at det er rigtig sjovt at være der."

- Færre elever: Det betyder noget, når man har store hold, så der er det nødvendigt at dele klassen op.
 - R4 mener, at det er vigtigt, at eleverne får en slags "karriereforståelse" ved selv at gå i laboratoriet.
 - Naturvidenskabelig dannelse er også vigtigt. R4 nævner ikke direkte begrebet "naturvidenskabelig dannelse", men nævner at eleverne bør opnå forståelse for reproducerbarhed af data.
- Dine didaktiske tips og tricks i forbindelse med dine forsøg?
 - R4 fokuserer på, at eleverne undersøger ting, som de kan relatere til deres hverdag. F.eks. hverdagskemi.

R5-2: Lukket analyse, forudbestemte temaer

- Ønsker dine elever (også) flere forsøg?
 - R5s elever er også glade for forsøg.
- Din vurdering af mine elevers lærings-argumenter i forbindelse med forsøg?
 - R5: Forstå-mening-færre elever-variation-sanse
 - Forstå: "NÅR de så har fanget det og har fået noget ud af det, så får de altså en bedre forståelse, end de ville have fået uden eksperimentet. De kunne ikke have undværet eksperimentet"
 - Mening: "R5: Jamen forsøg giver jo mening fordi vores fag er jo noget der bunder i naturen, og i at observere ting. Så vi bliver nødt til at lave forsøg. Det ville ikke give mening med mine fag uden eksperimenter. Det ville det simpelthen ikke.
I: Fordi det er fagets natur?
R5: Det er fagets natur at vi enten selv udvikler en teori på baggrund af noget empiri, vi undersøger. Eller omvendt: At vi efterviser en teori. Og så ser vi om det passer... Det synes jeg, at man bliver nødt til [at lave forsøg]."
 - Færre elever: "det er vigtigt, at der er tid og plads til, at jeg kan nå rundt og snakke med dem."
 - Variation: "Det er jo variation at lave forsøg."
 - Sanser: "Jeg tror, at de synes det er sjovt, fordi de selv er i gang. Fordi de selv er på, og fordi de selv er noget. Derfor laver jeg heller ikke demonstrationsforsøg. Det var ellers noget man lærte, da jeg var ung. Men der iscenesætter du jo læreren og ikke eleverne. Så jeg synes, at de skal lave elev-forsøg"
 - Motivation: "Der er nogle, som får en aha-oplevelse." "jeg tror, at de føler sig ligeværdige, når de laver forsøg."

- IT: ” Der er også noget med IT. Det er tit, at vi laver data-opsamling. Nogen synes måske at det er sjovt, fordi de skal bruge nogle værktøjer i forbindelse med laboratorieforsøg.”
- Dine didaktiske tips og tricks i forbindelse med dine forsøg?
 - R5 fortæller om, hvordan hun beder eleverne om at skrive figurtekster til en fotoserie af elevernes egne laboratorieforsøg (fremfor at skrive en rapport). Billed-figurteksterne får eleverne til at reflektere over de forsøg, som de selv har udført i laboratoriet. Og de kan ikke bare copy-paste fra tidligere rapporter.
 - R5 prøver at være positiv

R6-2: Lukket analyse, forudbestemte temaer

- Ønsker dine elever (også) flere forsøg?
 - Ja, hovedparten. Men der er også elever, der ønsker færre forsøg.
- Din vurdering af mine elevers lærings-argumenter i forbindelse med forsøg?
 - R6: Mening-sanse-forstå-variation- færre elever
 - Mening: Mening i forhold til ” at reflektere over den teori, som de har læst i bogen og måske i nogle lidt andre kontekster, kan de bedre forstå det.”
 - Sanser: Nogle lærer af at se, røre og dufte.
 - Forstå: Elevens forståelse for sammenhænge kommer først bagefter
 - Variation: Eleverne efterspørger variation. Men variation i sig selv er ikke vigtig for læringen. Laboratorieforsøg som variation er i øvrigt særlig godt at indtænke i eftermiddagens seneste moduler, når eleverne har svært ved at kapere mere viden.
 - Færre elever: Det er ikke nødvendigt, at der er færre end de nuværende 13-14 elever pr hold.
 - Laboratorieforsøg medfører fysisk aktive elever, hvilket igen kan betyde, at ” De kan ikke så let falde hen og dagdrømme på bagerste række.”
 - Gruppe-arbejds-formen i laboratoriet kan også være med til at holde eleverne til ilden. Og i nogen udstrækning kan læreren fremme en form for konkurrence-mentalitet mellem grupperne, hvor det f.eks. gælder om at skabe største præcision i titreringsforsøg.
- Dine didaktiske tips og tricks i forbindelse med dine forsøg?
 - R6 Sørger for at teorien er stærkt koblet til forsøget.
 - R6 kan finde på stoppe elever midt i forsøget og samle op, for at øge eleverne bevidsthed om, hvad de laver.

BILAG 5: ELEVUNDERVISNINGSEVALUERINGS-ARGUMENTER I RELATION TIL FORSØG

Herunder findes elevernes kommentarer og argumenter i relation til forsøg. Jeg har opdelt argumenterne i fem forskellige kategorier, baseret på elevernes ordvalg:

1. Taktile, visuelle, oplevelses-argumenter:

forsøg (når man har tingene i hænderne)

Det ville være fedt at lave flere forsøg, så man på nogle punkter lære mere, ved selv at forsøge sig med diverse ting.

Jeg syntes at flodens løb var noget af det der var mest spændende, og fungerede bedst. for vi fik lov til selv at se forsøget, og prøve det selv.

være fysisk aktiveret, med forsøg etc.

Jeg syntes at vores forsøg har fungeret godt, da vi var koncentrerede og motiverede. Ellers som sagt, mindre mundtlig og mere fysisk

Forsøg
det er en god måde at lære på når jeg selv ser det med øjnene

Flere forsøg der springer i luften

lidt mere mulighed for at undersøge mere frit og udvikle sine egne metoder. Mere bedømmelse på indsats, og

2. Forståelses-argumenter:

flere forsøg hvor man går mere i dybden med det

lidt flere velser da det hjælper til
at forstå hvad man skal bruge teori
til i hverdagen.

Det var nogle enkle forsøg der fungerede fint - de var
nemme at forstå.

Jeg synes at de forsøg vi har foretaget os
har været ret sjove, og rimelig realistiske
som f.eks. forsøget med flodene i
sandet - det var jo nærmest en mini-
modul af visueligheden. - Man kunne
se en forbindelse mellem forsøg og
teori

Forsøg har været en god ting ved undervisningen
da man har kunne sidde med tingene før
man skriver en rapport, og få et bedre indblik
i hvad man skulle i sin rapport og hvorfor
man gjorde som man gjorde

At lave forsøg, så man kan forstå tingene.

3. Argumenter om færre elever i klassen:

Når vi har lavet forsøg har det fungeret godt. At vi kun var en halv
klasse af gangen var med til at der ikke blev kaos, så folk
kunne arbejde ordentligt med forsøgene

4. Argumenter om undervisningsvariation:

Mere varieret undervisning (flere forsøg)

5. Argumenter mod kedelige/meningsløse forsøg

Nogen gange kunne forsøgene godt strutte lidt sammen og blive meget ens, selvom det har været helt forskellige forsøg.

Nogle af forsøgene kunne også have været lidt mere spændende, de virkede lidt ligegyldige.

Forsøgene. Forsøgene virkede nogle gange lidt ligegyldige, fx svampforsøget havde jeg svært ved at se en større mening med.

Nogle lidt mere spændende forsøg, og noget disikering, samt bedre stole.