



Lyd og Liv

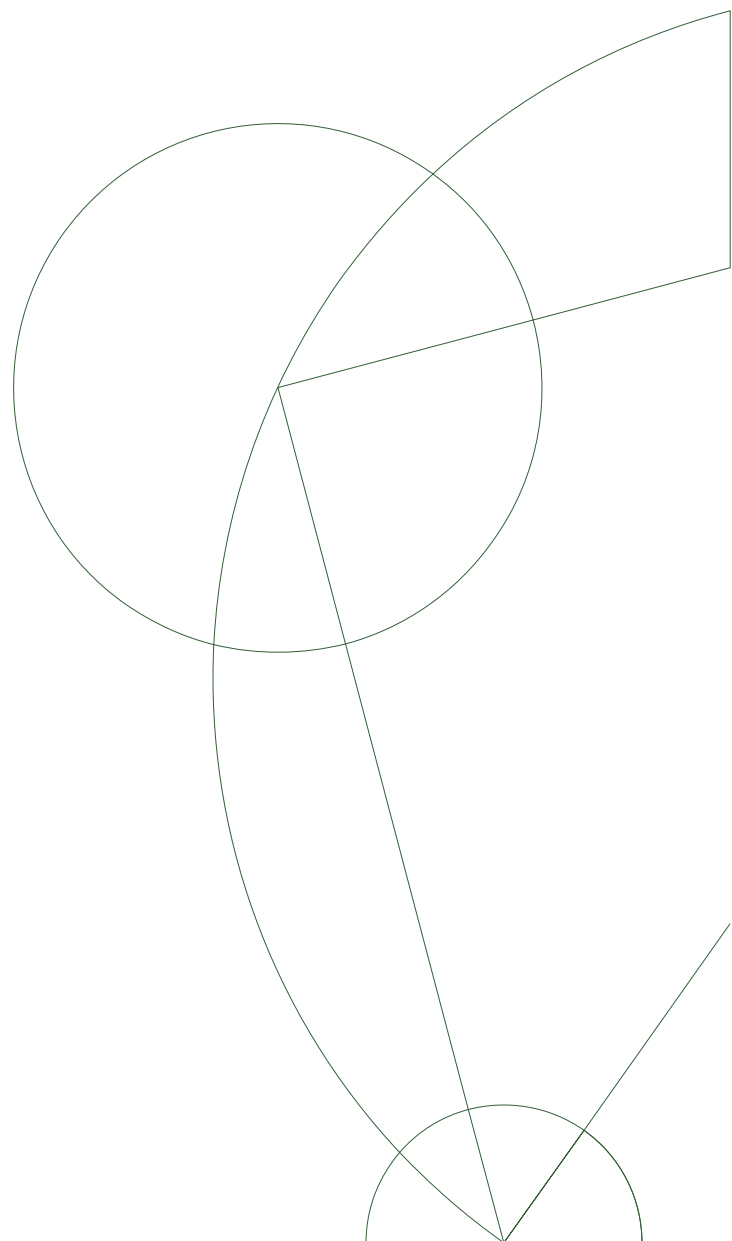
- et designet og testet undervisningsforløb på
gymnasieniveau om lyd og havpattedyr i et uformelt
læringsmiljø

Katja Vinding Petersen

Specialerapport

November 2007

INDs studenterserie nr. 7



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

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

INDs studenterserie

Nr. 1: Ellen Berg Jensen: 15-åriges viden om klimaforskelle (2007)

Nr. 2: Martin Sonnenborg: The Didactic Potential of CAS (2007)

Nr. 3: Karina Søgaard og Sarah Kyhn Buskbjerg: Galoisteori i Gymnasiet (2007)

Nr. 4: Ana Hesselbart: Mathematical reasoning and semiosis (2007)

Nr. 5: Julian Tosev: Forskningslignende situationer (2007)

Nr. 6: Niels Nørskov Laursen: En Covarians-tilgang til Variabelssammenhænge I gymnasiet (2007)

Nr. 7: Katja Vinding Petersen: Lyd og Liv (2007)

Katja Vinding Petersen: Lyd og Liv – et designet og testet undervisningsforløb på gymnasieniveau om lyd og havpattedyr i et uformelt læringsmiljø

Der er indført en ny gymnasiestruktur i Danmark, som kræver at der undervises tværfagligt i de naturvidenskabelige fag. Derudover er fænomenet "lyd" obligatorisk i det første år af fysikundervisningen. Formålet med dette tværfaglige studie var tvedelt. 1) Design af et undervisningsforløb, som tog udgangspunkt i en dag i et uformelt læringsmiljø, hvor eleverne ville opnå en udbytterig forståelse af fænomenet lyd og tilpasninger hos havlevende dyr. 2) At belyse hvilke kompetencer eleverne ville kunne opnå gennem forløbet og hvilken rolle gymnasielærerne og underviseren fra det uformelle læringsmiljø for elevernes kompetence udvikling. Undervisningsforløbet blev designet og testet på Fjord & Bælt, som er et marinbiologisk center i Kerteminde.

INDs studenterserie består af kandidatspecialer skrevet ved eller i tilknytning til Institut for Naturfagenes Didaktik. Disse drejer sig ofte om uddannelsesfaglige problemstillinger, der kan interessere en vid kreds af undervisere, administratorer mv. både indenfor og udenfor universitetets mure. Derfor har vi fra og med 2007 besluttet at publicere dem elektronisk i INDs studenterserie, naturligvis under forudsætning af samtykke fra forfatterne. Det skal understreges at der tale om studentearbejder, og ikke endelige forskningspublikationer.



Lyd & Liv



Et designet og testet undervisningsforløb
på gymnasieniveau om lyd og havpattedyr i et uformelt læringsmiljø

Specialeprojekt af:

Katja Vinding Petersen
Institut for Naturfagernes Didaktik
Københavns Universitet

14. November 2007



<i>Forord</i>	5
<i>Abstract</i>	7
<i>Resumé</i>	8
Læsevejledning	9
<i>Baggrund</i>	9
Egen baggrund og motivation	9
Motivation og interesse for fysik.....	10
Elever har svært ved at forstå fænomenet lyd.....	11
Den nutidige gymnasiestruktur	12
Uformelle læringsmiljøer.....	14
Problemformulering	14
<i>Oversigt af det designede undervisningsforløb</i>	15
<i>Kontekst</i>	17
De fysiske rammer for projektet.....	17
Det makrodidaktiske niveau	19
Gymnasiet anno 2005.....	19
Kompetencemål for det Naturvidenskabelige grundforløb	21
Kompetencemål for studieretningsforløbet.....	22
Fysik C.....	22
Biologi C.....	23
<i>Konstruktivistisk læringsforståelse</i>	25
Forestillinger, misforståelser, kimære og andre alternative forklaringsmodeller.....	27
Krop og hjerne	29
<i>Ressourcerne i det "uformelle læringsmiljø"</i>	31
Begrebsafklaring	31
Læring på museer	34
Min bagage	43
<i>Teorien om didaktiske situationer</i>	48
Det didaktiske spil.....	49
<i>Blooms og SOLO taksonomi</i>	53
<i>Udvikling af kompetencebeskrivelser</i>	57
Kompetencebeskrivelser for Lyd&Liv	57
<i>Data kriterier og metoder</i>	60
Tre forskellige undersøgelsesark	60
Forberedelsesmateriale.....	61
Rapporter, postere og power point præsentationer	61
Interviews.....	62
Lærerinterviews	63
Filmmateriale	64

Metode kritik	65
Undervisningsforløbet.....	68
Mikrodidaktisk niveau	68
Detailplanlægningen af Lid&Liv	68
Forberedelse på gymnasiet, inden besøg på F&B	70
På opdagelse i udstillingen.....	71
Præsentation og velkomst	72
Stemmers interaktioner i vandtunnelen.....	72
Mini-projekter	73
Alternativt projekt. Støj i Kerteminde havn	75
Generelt om mini-projekter.....	76
Fælles teoriforløb og opsamling	78
Data behandling	80
Etisk diskussion og afrunding	81
Efterbearbejdning på gymnasiet.....	81
Oversigt over TDS faserne i Lyd&Liv.....	82
Lyd&Livs understøttelse af elevernes kompetenceudvikling.....	83
Karakteristik af Case A og Case B	84
Re-design fra Case A til Case B.....	86
Velkomst og introduktion	87
Tilpasninger hos havpattedyr	87
Stemmers interaktioner	88
Mini-projekterne	89
Databehandlingen og computerprogrammerne SigPro og Audacity.....	92
Efterrationalisering og fremtidig undervisning	95
Tilpasninger hos havpattedyr	97
Delkonklusion. Re-design af det re-designede forløb.....	102
Analysemetode. Taksonomien for Lyd&Liv.....	103
Resultater.....	111
Kompetenceanalyse.....	111
Validitet i analysen.....	111
Analyse af samtlige grupper fra Case A	114
Deldiskussion og samlet vurdering	120
Kompetenceanalyse af de seks interviewede elever fra Case A	124
Deldiskussion og samlet vurdering	129
Analyse af samtlige grupper fra Case B.....	132
Diskussion	146
Konklusioner og anbefalinger.....	150
Fremtidig undervisning	152
Litteraturliste.....	154
Hjemmesider:.....	159
Bilag:	160
Bilag A. Case A.....	160
Bilag A1. Elevernes svar på forundersøgelsen og evalueringen (scannede svarark)	160
Bilag A2. Elevernes svar på spørgeskemaet	160
Bilag A3. Elevpræsentationer i form af gruppernes postere	160

Bilag A4. Analyse af eleverne og gruppernes materialer.....	160
Bilag A5. Elevinterview.....	160
Bilag A6. Lærerinterview	160
Bilag B. Case B	160
Bilag B1. Gruppernes svar på forberedelsesmaterialet	160
Bilag B2. Gruppernes svar på forundersøgelse	160
Bilag B3. Gruppernes svar på evaluering	160
Bilag B4. Gruppernes præsentationer i form af rapporter	160
Bilag B5. Elevernes svar på spørgeskemaerne.....	160
Bilag B6. Gruppeinterviews.....	160
Bilag B7. Lærerinterview og email.....	160
Bilag B8. Lærervejledningen til elevernes rapporter	160
Bilag B9. Analyse af gruppernes materialer	160
Bilag C. Udleveret materiale	161
Bilag C1. Forberedelsesmaterialet	161
Bilag C2. Forundersøgelse	161
Bilag C3. Spørgeskema.....	161
Bilag C4. Evalueringsundersøgelse	161
Bilag C5. Formelsamling	161
Bilag C6. Forholdsregler ved arbejdet med levende dyr.....	161
Bilag C7. SigPro manual.....	161
Bilag C8. Oprindelige vejledninger til undervisningen.....	161
Bilag C9. Adfærdsobservationsark	161
Bilag D. Andet	161
Bilag D1. Bioakustik manual	161
Bilag D2. Alans artikel	161
Bilag D3. Fra Nordfyn til Island	161
Bilag D4. Videofilm.....	161
Bilag D5. Lydfiler.....	161
Bilag D6. Power point til undervisningen.....	161

Forord

Siden april 2001 har jeg, under mit biologistudie, arbejdet i skoletjenesten på Danmarks Akvarium og min motivation for at vælge et speciale som kombinerer biologi og didaktik stammer i høj grad fra de erfaringer jeg har fået fra dette alsidige studiejob.

Mit studie har været fokuseret på marinbiologi og havpattedyr, og for at forstå disse dyrs adfærd bedre, har jeg brugt en del tid på komplicerede bioakustik kurser. Jeg blev derfor nysgerrig efter om det bare var mig, der havde svært ved ”det her med lyd!” og derfor undersøgte jeg litteraturen angående elevers forestillinger om fænomenet lyd. Det viste sig, at jeg langt fra var den eneste (Hrepic, et al. 2002; Eshach & Schwartz 2006; Linder, 1992; Wittmann, et al. 2003), og da jeg samtidig hørte, at den nye gymnasiestruktur voldte mange gymnasielærere problemer og at det var obligatorisk for alle elever at lære om lyd (Undervisningsministeriet (UVM) 2005b), satte jeg mig for at designe og teste et tværfagligt undervisningsforløb, som inddrog Undervisningsministeriets (UVMs) krav og havde til hensigt at eleverne bl.a. lærte om lyd med udgangspunkt i havpattedyr.

Da jeg gennem mit studiejob har oplevet hvordan et uformelt læringsmiljø kan bidrage til elevers læring, har jeg længe haft lyst til at udforske hvordan uformelle læringsmiljøer kan bidrage til undervisningen i de formelle læringsmiljøer. Jeg kontaktede derfor Fjord&Bælt i Kerteminde, da de er det eneste sted i Danmark som har trænedede marsvin og sæler i fangenskab, og spurgte om de var interesserede i et samarbejde. Kort tid efter holdt vi et møde med et mindre team af engagerede gymnasielærere, og derfra tog den ene dag den anden med at designe, teste, redesigne, teste, interviewe og analysere data.

Det har været en enormt spændende proces, og jeg er meget taknemmelig både overfor Fjord&Bælt, som har været enestående samarbejdspartnere og gymnasielærerne og deres elever, som har været ekstremt hjælpsomme og afsat utrolig meget tid og mange ressourcer. For at kunne gennemføre dette projekt har der været en lang række personer og institutioner involveret som jeg gerne vil takke:

Personer:

Fire gymnasielærere:

Jørgen Braat Jørgensen (Tornbjerg Gymnasium)

Henning Holme Mikkelsen (Tornbjerg Gymnasium)

Peter Windfeldt (Nordfyns Gymnasium)

Klaus Andresen (Nordfyns Gymnasium)

Min vejleder: Camilla Rump for god vejledning

Henrik Egede-Lassen for tålmodighed og uendelig stor hjælp med filmoptagelser og efterfølgende redigering.

Erik Albertsen for teknisk og moralsk support

Alain Moriat, National Instruments

Magnus Walhberg Fjord&Bælt for god vejledning

Lee A. Miller Syddansk Universitet for udlån af udstyr

Christel Skadhauge, Co+Høeg for grafisk design

Jan Sølvberg Dansk Pædagogisk Universitet for stor støtte og faglig opbakning

Cecilia Vanman for moralsk opbakning

Mario Acquarone og Marie-Anne Blanchet, for husly imens jeg boede på Fyn

Anders Galatius, Københavns Universitet

Niels Kristensen, Aarhus Universitet - for hjælp til udvikling og produktion af hjemmelavede hydrofoner

Steen Lomholt, Danmarks Akvariums Skoletjeneste

Bjørn Larsen, Københavns VUC

Mariane Bagger Eriksen, Stemmeterapeut fra stemmeatelieret
(www.mariane.dk/index.html)

Marianne Rasmussen, University of Iceland

Tue Skovgaard Larsen Fjord&Bælt

Ida Grønberg Eskesen, Syddansk Universitet

DIFU Diskussionsforum Uformel: Nanna Quistgaard, Marianne Foss Mortensen og Ellen Berg Jensen.

Institutioner:

National Instruments for sponsorering af højfrekvent DAQ kort, software programmet LabVIEW, samt programmering af LabVIEW.

Fjord&Bælt for godt samarbejde.

Danmarks Akvarium for mange års inspiration og udlån af knurhaner til projektet.

Øresunds Akvariet for udlån af 2 grå knurhaner.

Kattegat centret for udlån af 1 rød knurhane.

Ferroperm for sponsorering af piezoceramic og samarbejde med Frederiksen A/S ang. videre distribution af materialer til skoler og gymnasier.

Abstract

LIVING SOUND

LEARNING ABOUT SOUND THROUGH INQUIRY IN AN INFORMAL LEARNING ENVIRONMENT WITH MARINE MAMMALS

A new structure has been incorporated into the Danish high school system, which involves an interdisciplinary approach to natural sciences. Furthermore, the topic of “sound” is a compulsory part of the first year physics curriculum. The aim of this interdisciplinary study was two-fold: 1) Designing an educational segment around a one-day session in an informal learning environment in order for the students to obtain a rich understanding of the phenomenon sound. 2) To register which competences the students could obtain through participation in the segment and reveal how the high school teachers and the educator from the informal learning environment contributed to the students’ acquisition of competences.

The segment was designed and tested at Fjord&Bælt centre, a marine biology exhibition in Denmark. Besides four hours at Fjord&Bælt the segment consisted of a pre- and a post segment at the high school. While being at Fjord&Bælt, the students worked in groups with mini-projects, recording sounds from ex. harbour seals (*Phoca vitulina*) and harbour porpoises (*Phocoena phocoena*), making their own hydrophone, observing animal behaviour and participating in interactive theory of sound and marine mammals. The segment was tested in May 2006 with two Danish high school classes, 28 students from NordFyns and 26 from Tornbjerg high school. The students were pre-tested on their preliminary conceptions and understandings of sound and sound production in marine mammals. Within two weeks after the segment at Fjord&Bælt, the students were tested again and individuals as well as focus groups were interviewed.

This study found that the students’ would be able to acquire competences concerning testing a hypothesis, the phenomenon of sound, adaptations in marine animals, communication, graph interpretation skills and management issues, if the segment is designed, tested, evaluated and re-designed in an iterative process. The segment should also be curriculum based and practical experiments involving sound recordings of living marine animals, dialogue, analyzing graphs with a user friendly software programme, personal-focused experiences and teamwork should be part of the segment. The Theory of Didactic Situations can be used as the model for the design combined with the hereby listed guidelines concerning educational programmes in informal learning environment.

This study found as well that the high school teacher has a key-role concerning the students’ acquisition of competences and the educator from the informal learning environment can support the teachers and the students’ acquisition of competences with materials and advises concerning the pre and post segment.

Resumé

LYD&LIV

ET DESIGNET OG TESTET UNDERVISNINGSFORLØB PÅ GYMNASIENIVEAU OM LYD OG HAVPATTEDYR I ET UFORMELT LÆRINGSMILJØ

Der er indført en ny gymnasiestruktur i Danmark, som kræver at der undervises tværfagligt i de naturvidenskabelige fag. Derudover er fænomenet ”lyd” obligatorisk i det første år af fysikundervisningen. Formålet med dette tværfaglige studie var tvedelt. 1) Design af et undervisningsforløb, som tog udgangspunkt i en dag i et uformelt læringsmiljø, hvor eleverne ville opnå en udbytterig forståelse af fænomenet lyd og tilpasninger hos havlevende dyr. 2) At belyse hvilke kompetencer eleverne ville kunne opnå gennem forløbet og hvilken rolle gymnasielærerne og underviseren fra det uformelle læringsmiljø for elevernes kompetence udvikling.

Undervisningsforløbet blev designet og testet på Fjord & Bælt, som er et marinbiologisk center i Danmark. Forløbet indbefattede foruden 4 timer på Fjord&Bælt også et før- og efter forløb på gymnasiet. Imens eleverne var på Fjord&Bælt arbejdede de bla. i grupper med forskellige mini-projekter; optog lyde fra bl.a. spættet sæl (*Phoca vitulina*) og marsvin (*Phocoena phocoena*), konstruerede deres egen hydrofon, og deltog i et interaktivt teori forløb om lyd og havlevende dyr. Undervisningsforløbet blev testet i maj 2006 med 2 danske gymnasieklasser; 28 elever fra Nordfyn og 26 fra Tornbjerg gymnasium. Eleverne blev testet inden forløbet mht. deres forhåndsviden om lyd og havpattedyrs lydproduktion. Indenfor 14 dage efter forløbet blev eleverne testet igen, og individer såvel som fokusgrupper blev interviewet.

Undersøgelsen viser at for at eleverne kan opnå kompetencer der omhandler, hypotese dannelse, fænomenet lyd, tilpasninger hos havlevende dyr, formidling, graflæsning og forståelse for samfundsrelevante problemstillinger vedrørende havpattedyr, skal undervisningen afprøves og evalueres og re-designes i en stadig iterativ proces og der skal indgå praktiske forsøg med lydoptagelser af levende havdyr samt et bruger venligt computerprogram til lydanalyserne. Undervisningen skal desuden bygge på dialog, jeg-orienterede oplevelser og gruppearbejde. Undervisningen kan med fordel designes så Undervisningsministeriets´ (UVM) krav inddrages i kompetencebeskrivelserne, samt en række retningslinier for undervisning i de uformelle læringsmiljøer og Teorien om Didaktiske Situationer. Undersøgelsen viser også, at gymnasielæreren spiller en vigtig rolle mht. hvilke kompetencer eleverne opnår og at lærerne skal støttes i før- og efterforløbet, via materialer og anbefalinger fra det uformelle læringsmiljø mht. arbejdet og databehandlingen og derigennem spiller underviseren i det uformelle miljø en vigtig rolle for hvilke kompetencer eleverne kan opnå.

Læsevejledning

Rapporten består af tre hovedopdelinger. I den første del præsenteres de undervisnings og læringsteorier, jeg har anvendt til designet af undervisningsforløbet det er hovedsagligt Teorien om Didaktiske Situationer (TDS) og en liste af retningslinier, som jeg har dannet ud fra litteraturen om uformelle læringsmiljøer. Den anden del af rapporten er beskrivelsen og designet af det aktuelle forløb, samt evaluering og re-designet. Den sidste del, er analysen af elevernes opnåede kompetencer og til sidst i opgaven samles der op på delkonklusionerne.

Samtlige bilag findes på den vedlagte DVD, det kan anbefales at printe enkelte ark af det udleverede materiale, hvilket er bilag C1, C2, C3 og C4. Hvis læseren vil have lidt mere baggrundsinformation om lyd og havlevende dyr, kan det anbefales at printe formelsamlingen i Bilag C5 som er udviklet til eleverne der deltog i undervisningen, samt Bilag D2 som er en bioakustik manual udarbejdet til at støtte læseren. I bilag D4 findes nogle korte videofilm fra undervisningsforløbet og Fjord&Bælt. Filmene kan afspilles i Quicktime Player, som kan downloades gratis på Apples hjemmeside. www.apple.com/quicktime/download/.

Bilag D5 indeholder nogle lydfiler fra undervisningsforløbet.

Baggrund

Egen baggrund og motivation

Min motivation for at vælge dette speciale stammer hovedsagligt fra mine mange år i skoletjenesten på Danmarks Akvarium hos Steen Lomholt. Igennem årene blev jeg nysgerrig efter, hvad det egentlig var i undervisningen, som fik eleverne til at reflektere og til at huske stoffet. I undervisningen oplevede jeg, at deres interesse blev vækket og at de deltog aktivt og i de fleste tilfælde, fangede de tilsigtede pointer, som var indlagt i undervisningsforløbene. Jeg har stået med alt fra børnehaveklasser til seminariehold, og det mønster jeg kunne se var, at det var det praktiske arbejde og observationerne af de levende dyr, der vakte den største fascination.

Undervisningsforløbene på Danmarks Akvarium er designet, så der er indlagt pointer undervejs, som bliver gentaget dagen igennem i flere forskellige sammenhænge.

Forløbene bliver konstant finjusteret indtil der er opstået et forløb, der fungerer som baseline for et emne. Noget af det jeg indimellem har savnet som underviser var at vide hvad der skete på skolen før og efter forløbet, og hvad eleverne egentlig opnåede ved sådan et forløb. Samtidig stod jeg med en viden om, at den nye gymnasiestruktur voldte mange gymnasielærere problemer, og at det var obligatorisk for alle elever at lære om lyd (UVM. 2005b), men at de ofte mistede lysten til fysik, når de kom i gymnasiet. Igennem mit biologistudie har jeg specialiseret mig i havpattedyr og dermed arbejdet meget med bioakustik, som omhandler dyrs lydkommunikation, og da et af mine hovedkriterier for at vælge speciale var, at det skulle være anvendeligt og komme mange mennesker til gode, fik jeg ideen til at designe og teste et tværfagligt undervisningsforløb, som inddrog UVMs krav og havde til hensigt at eleverne lærte om lyd vha. deres egne lydoptagelser af havpattedyr.

Motivation og interesse for fysik

Krogh & Thomsen (2000) har lavet en omfattende landsdækkende dansk undersøgelse af fysikundervisningen i 1. G og elevernes forhold til faget (under den gamle gymnasireform), som har påvirket og fået konsekvenser for den nuværende gymnasiestruktur. Et meget bemærkelsesværdigt resultat var nemlig, at elevernes lyst og engagement til at lære fysik falder signifikant indenfor det første halve år efter de starter i gymnasiet, og at de mister den faglige selvtillid i løbet af de første par måneder i gymnasiet. Ifølge undersøgelsen tyder det dog på, at det er en generel tendens på tværs af alle fag, og at elevernes tilfredshed med at gå i skole falder, når de kommer i gymnasiet. Resultatet er et gennemsnit af svarark fra i alt 107 klasser og det er derfor ikke udtryk for, at samtlige elever mister motivationen til at lære fysik. Faktisk stiger motivationen hos ca. 28% af eleverne, hvilket begrundes med, at det er de elever der føler, at de slår til fagligt eller ser skoleskiftet som en ny start. Men det triste faktum er, at ca. 37% af eleverne har mindre lyst til fysik i gymnasiet end de havde i folkeskolen. Undersøgelsen viser desuden, at der er en klar kønsopdeling både mht. elevernes opfattelse af sig selv i forhold til faget og selve oplevelsen af faget, hvor det er pigerne, som har et lavere fagligt selvværd og mindre lyst til fysik end drengene.

Resultater fra et nyere studie om elever og lærers interaktioner i fysik/kemi-undervisningen i folkeskolen (Sinding 2007), viser at fysikundervisningen skal være anvendelsesorienteret for at motivere pigerne, og at der simpelthen skal være et formål med fysik, før de interesserer sig for det. Lund (2005) pointerer at det mest centrale er at gøre fysik mere menneskeligt, alsidigt og anvendelsesorienteret og på den måde møde pigerne.

Desuden mener hun, at der skal ændres på elevernes meget unuancerede billede af hvad det vil sige at være god til fysik, hvis de skal blive interesserede i faget, da det i elevernes opfattelse bare kræver, at man behersker nogle formler. Desuden konstaterede Krogh & Thomsen (2000) i deres undersøgelse, at eksperimentelt arbejde i 1. G er vigtigt, men at det i praksis hovedsageligt bestod af 25 minutters kogebofsforsøg. Denne type forsøg viste sig i undersøgelsen at være den mindst motiverende; eksperimentelt arbejde i sig selv var ikke motiverende. Derimod var det større frihed i form af f.eks. projektarbejde, der motiverede og engagerede eleverne til at have lyst til at lære fysik.

Ifølge Krogh & Thomsens (2000) undersøgelse vil lærerne gerne have, at eleverne opnår en forståelse og forklaringskompetence i forhold til hverdagsfænomener, men disse bliver ikke trukket ind i den faktiske undervisning. I stedet løser eleverne regneopgaver, hvilket nok kan forklare en del af det billede som eleverne ifølge Lund (2005) har af faget. Krogh & Thomsen (2000) undersøgte også undervisningsmetoderne i gymnasiets 1.G og fandt, at de hovedsageligt er fagcentrerede, og at det ofte er lærebogen som styrer undervisningen. I visse tilfælde kombineres den fagcentrerede undervisning med elementer af konstruktivistisk undervisning (se s. 25) og i få tilfælde er det hovedsageligt konstruktivistisk (se beskrivelse i næste afsnit). Undersøgelsen viser, at det er vigtigt at have konstruktivistiske elementer i undervisningen.

Elever har svært ved at forstå fænomenet lyd

Flere studier har vist at elever har svært ved at forstå fænomenet lyd (Boyes & Stanisstreet, 1991; Hrepic, Z. et al. 2002, Eshach & Schwartz 2006; Linder & Erickson, 1989; Linder, 1992; Wittmann, et al. 2003). Der findes ingen danske studier af hverken gymnasie- eller folkeskoleelevers opfattelse af fænomenet lyd, det kan være problematisk at overføre resultater fra udenlandske studier direkte til danske elever, fordi der kan være stor forskel på undervisningstraditioner og skolesystemer. Studier fra andre lande viser dog, at der er nogle generelle tendenser i elevers opfattelse af fænomenet lyd. Jeg mener derfor, at de kan bruges som ledetråde for evt. forestillinger danske studerende kan have (ang. forestillinger se s.27).

Inden de mest normale misforståelser præsenteres, vil jeg kort skitsere den officielt accepterede model:

Den officielle viden om lyd er at det udbredes ved trykændringer gennem luften, og at det er luftens molekyler der overfører trykændringerne, men molekylerne bevæger sig ikke fra den ene ende af rummet til den anden. Molekylerne forskydes frem og tilbage og overfører undertryk/overtryk. På den måde forplanter trykændringerne sig gennem rummet. Afbilledes overtryk/undertryk for en ren tone grafisk, vil man opnå en sinus kurve (Halse & Würtz, 2005).

Eshach & Schwartz (2006) har studeret forestillingerne om lyd hos 10 elever fra en israelsk 8. klasse. Eleverne havde ikke tidligere modtaget undervisning om lyd, og undersøgelsen kan derfor give et indblik i hvilke grundlæggende forestillinger børn har om fænomenet lyd, og hvad de møder med til fysikundervisningen i 1. G. I artiklen har jeg klarlagt følgende forestillinger, som var gældende for folkeskoleeleverne:

1. Lyd kan skubbes af luft, gas, vand eller døre og vægge.
2. Lyd under vand er inde i en boble og bæres eller skubbes af vandet.
3. Lyd i luft bevæger sig i halvmåne formationer, og halvmånerne bliver større, når man kommer længere væk fra lyd kilden.
4. Lyd i luft udbreder sig i bobler og som bølger i vand.
5. Lyd i vand bevæger sig som usynlige tråde.
6. Lyd bliver stoppet af en barriere. En dør kan stoppe lyd, ved at lyden bliver mast sammen og dermed stoppes fra at komme ind i rummet.
7. Lyd bevæger sig inden i luftbobler.
8. Ved en eksplosion på månen vil lyden skubbes af eksplosionen til det ydre rum, hvor man så vil kunne høre lyden.

Generelt var der stor forskel på elevernes umiddelbare fortolkninger af fænomenet lyd, men fælles for eleverne var, at deres opfattelser ikke var sammenhængende og nærmere kunne ses som isolerede øer med lokal sammenhæng. Generelt for størstedelen af eleverne var, at de mente, at lyd kunne skubbes eller blev skubbet gennem et medie. Samtlige elever nævnte ordret "lydbølger" når de skulle forklare lyd, og udover at opfatte lyd som halvmåner, tråde eller bobler, så gav de alle udtryk for at lyd var en form for en bølge, ligesom en bølge på havet eller en sinusbølge, der går op og ned.

Overordnet for de udenlandske studier gjaldt følgende generelle tendenser mht. hvordan elever i alle aldre opfatter fænomenet lyd:

- Lyd er noget som skubber eller
- Lyd er noget som bliver skubbet
- Lyd består af specielle lyd molekyler
- Lyd udbreder sig i sinusbølgeformationer

(Hrepic, Z. et al. 2002; Hrepic, 2000; Hrepic, 2003; Eshach & Schwartz 2006; Linder, 1992; Wittmann, et al. 2003).

Jeg vil senere i afsnittet om læring komme ind på, hvad det kan betyde for eleverne, når de møder op til undervisningen med disse forestillinger (se s. 26).

Den nutidige gymnasiestruktur

Den danske gymnasieskole gennemgik i 2005 den mest gennemgribende og ambitiøse reform siden 1903, hvilket bunder i flere aspekter, blandt andet en erkendelse af at der er så store mængder af viden i dag, at det handler om at være god til at tilegne sig relevant viden, sortere i det og skabe mening med det. Samfundet i dag har også bevirket at der er behov for samfundsborgere som forstår teknologien, som de konstant er omgivet af og evt. arbejder med og er afhængige af (Damberg, 2006). Derudover klarede de danske elever sig rigtig dårligt i PISA undersøgelsen (Programme for International Student Assessment), som havde til formål at udføre et internationalt komparativt studie af ”15 åriges kundskaber og færdigheder samt deres evne til at reflektere over egne kundskaber og erfaringer i læsning, matematik og naturfag.” (Andersen & Kjærnsli, 2003). Der er mange faktorer som spiller ind i sådan en analyse, og PISA undersøgelsen er også blevet kritiseret for ikke at tage højde for hvad eleverne er, vandt til af opgave formater og at der ikke tages udgangspunkt i landenes læreplaner og pensum (Ibid). Men faktum var at de danske elever klarede sig dårligt både set i forhold til de Nordiske lande og samlet set (Mejding 2004). De ovennævnte faktorer har været medvirkende til at skabe rammer for den nye gymnasiereform, hvilket kommer til udtryk ved at de naturvidenskabelige fag er blevet kraftigt opgraderet (Busch et al. 2003; Damberg, 2006).

Karakteristika for den nye gymnasiereform

Nøgleordene i den nye gymnasiereform er tværfaglighed og sammenhæng. Lærerne skal, til forskel fra tidligere, arbejde meget tværfagligt og dermed samarbejde med kolleger udenfor deres fagområde for at skabe sammenhæng imellem fagene. (Damberg, 2006).

Et andet vigtigt punkt i den nye gymnasiereform er, at den forsøger at tilpasse sig det nutidige informationssamfund hvor ”viden forældes hurtigere og hurtigere, hvorfor der i undervisningssystemet må ske et skift i fokus fra konkret viden til evnen til at beherske processer og en øget vægt på almene, personlige og sociale egenskaber. Der lægges vægt på livslang læring” (Dolin. et al. al., 2003 s. 60).

Det resulterer bl.a. i, at et andet vigtigt nøgleord indføres i gymnasiereformen, nemlig ”kompetencer”.

Oprindeligt kan dette ord ledes tilbage til arbejdsmarkedet, hvor det opfattes ”som en evne til at kunne udføre en opgave og bedømmes ved at demonstrere handlen i en række konkrete kontekster, sammenholdt med et sæt åbne og anerkendte kriterier” (Dolin. et al. al., 2003 s. 60). Så kompetencer er et begreb, der sammenfatter de personlige, sociale og faglige evner (Dolin, 2006a).

Dette bevirker, at der i gymnasiet i dag er fokus på at eleverne skal udvikle kompetencer til forskel fra tidligere, hvor fokus mere var på at eleverne skulle udvikle kvalifikationer. Grundlæggende handler *kvalifikationer* ” om hvad vi på videnskabelig vis har udviklet af viden om verden som den er, med henblik på at kunne forudsige og beherske fremtiden” (Gleerup, 2006 s. 54). Hvilket også er gældende for kompetencebegrebet, men det handler om mere end at besidde en viden, da kompetencen også er ”et udtryk for denne evne til at håndtere og agere i en social og kulturel mangfoldighed. ... Lidt forenklet kan man sige, at kompetence er noget man har, fordi man ved noget og gør noget, der lever op til udfordringerne i en given situation” (Jørgensen, 1999 fra Dolin, 2006a s. 70.)

Kort sagt ændres fokus fra:

”Hvad skal eleverne **vide** –og hvad skal de **gøre** for at opnå dette?
Hvad skal eleverne kunne **gøre** –og hvad skal de **vide** for at kunne dette?”.

Figur 2. Citat; Dolin, 2006a. s. 72.

Busch et al. (2006) definerer kompetencebegrebet således: ”Evne og vilje til handling, alene og sammen med andre, som udnytter naturfaglig undren og viden, færdigheder, strategier og metaviden til at skabe mening og autonomi og udøve medbestemmelse i de livssammenhænge hvor det er relevant.”

Kompetencebegrebet dækker altså over en persons evne til handle ud fra en viden. Mht. termen viden så skriver Jens Dolin (2006a) skriver således ”Ordet viden bruges ofte i flæng (...) sammen med ord som indsigt, kundskab, forståelse og erkendelse, men sprogbrugen dækker over mange forskellige opfattelser. I litteratur om viden skelnes der mellem forskellige former for viden. Der skelnes mellem deklarativ viden –dvs. viden om faktiske forhold man har samlet op gennem direkte og indirekte erfaringer –og procedureviden –dvs. viden om hvordan man gør noget fx. Cykler” (Ibid. s. 145). Derudover er viden noget som konstant udvikles og derfor ikke skal ses som noget absolut. Jeg vil senere komme ind på begreberne forståelse og erkendelse i kapitlet om Blooms og SOLOs taksonomier (se s.50).

For at få den nye gymnasireform i spil i undervisningsforløbet, har jeg derfor valgt at arbejde med kompetencemål i stedet for kvalifikationer. Jeg har udarbejdet en række kompetencer for undervisningsforløbet ud fra fagbeskrivelserne i UVMs lærerplaner, som jeg vil gennemgå i afsnittet ”Udviklingen af kompetencebeskrivelser s. 55”. Jeg vil senere i opgaven vende tilbage til den nye gymnasireform og kompetencebegrebet.

Uformelle læringsmiljøer

I 2005 blev ”Arbejdsgruppen vedrørende forskningskommunikation til børn og unge” nedsat af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling samt UVM og Kulturministeriet. Man endte med at udgive rapporten ”Vild med viden”, hvor der opfordres til at undervisningen på de uformelle institutioner bliver mere formaliseret, da ”de fleste uformelle læringsmiljøer forsøger at inddrage skolerne i deres aktiviteter – dog ofte på en måde, hvor de usystematisk og ukoordineret tilbyder deres aktiviteter til skolerne” (Videnskabsministeriet, 2005, s. 34). Med uformelle institutioner menes der steder ”hvor der foregår organiseret undervisning, men uden for det etablerede uddannelsessystem” og det ”er kendetegnet ved at de

- er fagspecifikke
- er professionelle
- ideelt set besidder både pædagogiske og faglige kompetencer
- har et autentisk miljø
- giver mulighed for barnets aktive medvirken og for dialog
- samarbejder i forskellig udstrækning med de formelle læringsmiljøer”

(Videnskabsministeriet, 2005, s. 33)

Arbejdsgruppen opfordrer desuden til, at der laves et mere kvalificeret samarbejde mellem skolerne og de uformelle institutioner, samt at der gennemføres konkrete undervisningsforløb i de uformelle miljøer, hvor nye teknologier i højere grad inddrages i undervisningen. Desuden opfordres der til ”at der oprettes et landsdækkende Koordinerings- og Udviklingscenter for Uformelle Læringsmiljøer (KUUL) for at fremme samarbejdet mellem de formelle og de uformelle læringsmiljøer samt samarbejdet de uformelle miljøer imellem.”

(Videnskabsministeriet, 2005, s. 35). Det fortæller mig, at selvom der gøres utrolig meget på de enkelte uformelle institutioner landet over, er der stadig meget, der kan gøres endnu bedre. Institutionerne ligger inde med mange ressourcer, som kan bidrage til undervisningen på landets skoler og gymnasier. Jeg vil i afsnittet om ”ressourcerne i det uformelle læringsmiljø” (s. 30) forklare hvordan de to miljøer kan spille sammen, og hvad ressourcerne indebærer. Desuden vil jeg kort diskutere terminologien uformelle læringsmiljøer, og afgrænse definitionen ift. det jeg kalder ”traditionelle institutioner” som bl.a. rummer zoologiske museer, zoologiske haver og akvarier.

Problemformulering

Ovenstående problemstillinger har ført mig frem til følgende problemformulering:

- 1. Hvordan kan et uformelt læringsmiljø understøtte et tværfagligt gymnasieforløb om lyd og tilpasninger hos havlevende dyr?**
- 2. Hvilke faglige kompetencer kan eleverne opnå gennem dette forløb og hvilken rolle har gymnasielærerne og underviseren fra det uformelle læringsmiljø for elevernes kompetenceudvikling?**

Oversigt af det designede undervisningsforløb

For at give læseren en indsigt i undervisningsforløbets opbygning, vil jeg skitsere rammerne for og indholdet af det oprindelige undervisningsforløb.

Lyd&Lydkommunikation er designet som et 4 timers undervisningsforløb på Fjord&Bælt, som ligger i Kerteminde på Fyn (se s. 17). Derudover er der udviklet forberedelsesmateriale og vejledninger til efterbehandlingen af data.

Forløbet er udviklet ud fra Teorien om Didaktiske Situationer (TDS se s. 48) og retningslinier for undervisning i de uformelle læringsmiljøer (se figur 12 s. 46) og forløbet er designet så det inddrager UVMs krav, så det minimum vil kunne bruges på to forskellige niveauer; enten i forbindelse med et projektarbejde på det Naturvidenskabeligt grundforløb (NV-forløb) eller som et tværfagligt samarbejde i et studieretningsforløb mellem Fysik C og Biologi C.

Undervisningen starter på gymnasiet hvor eleverne vælger et af de følgende fire projekter:

- Snakker fisk?
- Hvordan kan marsvinet finde en fisk under vandet?
- Byg din egen hydrofon
- Skønsang fra spættet sæl

Eleverne arbejder i grupper med at undersøge deres projektemne og formulere en problemformulering, hvilket gør at når eleverne ankommer til Fjord&Bælt er de allerede sporet ind på deres projekt.

OBS

Når jeg fremover omtaler **læreren/ lærere** mener jeg den/de personer som er tilknyttet klassen og når jeg omtaler **underviseren/undervisere** er det den/de personer som står for undervisningen i den uformelle læringsmiljø.

Figur 2. Definition af termerne læreren/lærere og underviseren/undervisere

På Fjord&Bælt møder klassen stedets underviser, og der startes med en kort introduktion og en spørgerunde. Herefter skal eleverne stifte bekendtskab med det computerprogram, de skal bruge til nogle af lydoptagelserne og dataanalyserne. Det foregår ved et interaktivt sangforløb i en undervandstunnel. Derefter går eleverne i gang med udførelsen af deres mini-projekter. Der er nu to undervisere fra Fjord&Bælt samt klassens egne lærere tilstede, som alle hjælper eleverne. De tre grupper som arbejder med dyr skal optage dyrelyde, og den sidste gruppe skal selv konstruere en funktionel hydrofon. Herefter samles klassen igen til et interaktivt forløb, hvor de bl.a. lærer om lyd, hører lydfiler fra og diskuterer havdyrs anvendelse af lyd, mærker lyde med forskellige vibrationer, ser en stående lydbølge og diskuterer samfundsrelaterede problemer mht. lyd under vand. Eleverne arbejder herefter med deres data i grupperne og får hjælp til at anvende computerprogrammet. Til sidst er der en etisk diskussion om hold af dyr i fangenskab. Når eleverne kommer tilbage til gymnasiet arbejder de videre med deres mini-projekter og analyserer deres data. Det er op til deres respektive lærere hvilken form for præsentationer eleverne skal lave.

Den overordnede tilsigtede viden som eleverne skulle opnå var:

At eleverne opnår en erkendelse af hvad lyd er som fænomen, hvordan det udbreder sig, samt at eleverne erkender hvorfor og hvordan mange havlevende dyr er afhængige af lyd.

Denne målsætning er meget bred og der er derfor udviklet seks kompetencer, som er mere specifikke. De er valgt med baggrund i UVMs læreplaner og undervisningsvejledninger for et studieretningsforløb mellem Biologi C og Fysik C eller for det naturvidenskabelige grundforløb, samt hvad det er realistisk at eleverne kan arbejde med på Fjord&Bælt. I kompetencerne er også indarbejdet Blooms taksonomi, så det fremgår hvilket niveau eleverne forventes at være på efter forløbet.

Undervisningen blev testet på to gymnasieklasser, der begge hører under den nye gymnasireform, klasserne kaldes hhv. for Case A som er fra Nord Fyns Gymnasium og Case B som er fra Tornbjerg Gymnasium. Forløbet blev først testet med Case A og derefter blev forløbet redesignet, inden det blev testet på Case B. Klasserne fik gratis adgang og tilskud til transport fra Fjord&Bælt.

Det oprindelige navn for forløbet var Lyd & Lydkommunikation, det er blevet ændret til Lyd&Liv. Visse steder i rapporten og bilagene refereres der til det oprindelige navn, da det er navnet på nogle af undersøgelsesarkene, som er anvendt til at analysere elevernes udbytte.

(Se evt. Allan Winthers artikel om forløbet i "Naturvejlederen", Bilag D2).

Kontekst

De fysiske rammer for projektet

Jeg har valgt Fjord&Bælt som lokalitet hovedsagligt fordi de har trænedede havpattedyr i fangenskab (fremover i opgaven kan Fjord&Bælt også benævnes F&B). F&B åbnede i 1999, og er det eneste sted i landet, der har marsvin i fangenskab. De tre marsvin, Freja, Eigil og Sif er alle bifanget i bundgarn, hvor dyrene stadig kan komme til overfladen for at trække vejret. Centeret har fået tilladelse fra Skov- og Naturstyrelsen til at tage dyrene ind og holde dem i fangenskab. Der er stor sandsynlighed for at marsvinene overlever bifangst i bundgarn; normalt sættes dyrene ud når fiskerne røgter garnene. Freja og Eigil har været på centret siden 1997. Det er antaget at Eigil er født i 1996 og Freja i 1996 eller 1995. Sif kom til F&B i 2004, hvor hun antageligt var 1 år gammel. I sommeren 2007 har F&B fået endnu et marsvin, men denne gang var det Freja som fødte en kalv, hvilket er meget unikt og det kan give enestående oplysninger om marsvinenes biologi. F&B er via deres tilladelse til at holde marsvin i fangenskab forpligtet til at udføre forskningsprojekter, og som det fremgår af deres hjemmeside, forsøge at bevare og beskytte marsvinene gennem forskning og formidling. F&Bs forskningsprofil er en anden hovedårsag til jeg har valgt netop dem.

”Fjord&Bælt har i øjeblikket 3 marsvin i det 4 mio. liter store havnebassin. De små hvaler er totalfredede i Danmark. Men Fjord&Bælt har en særlig tilladelse fra Miljøministeriet, Skov- & Naturstyrelsen til at holde op til fire marsvin i fangenskab.

Foreløbig er tilladelsen givet til 2009. Marsvinene er på Fjord&Bælt, fordi vi gennem forskning og formidling skal forsøge at bevare og beskytte den eneste ynglende hval i danske farvande. Særligt skal der arbejdes med at finde metoder til reduktion af antallet af marsvin, der drukner i fiskernes net. (Fjord&Bælt 1).

Ifølge Allan Winther (pers komm.) er der på årsbasis ca. 70.000 gæster på Fjord&Bælt og der undervises årligt ca. 80 gymnasieklasser fra 30 forskellige gymnasier, ca. 10.000 folkeskoleelever og ca. 4.000-5.000 arrangementer ude af huset til arrangementer på skoler, SFOer, biblioteker og børnefestivaler. F&B har derfor også interesse at overtage undervisningsforløbet og evt. videreudvikle det, efter at jeg har designet og testet mine casestudier. På den måde vil projektet kunne komme til at række længere ud end bare til de to cases, hvilket er en vigtig motivationsfaktor for mig, så projektet bliver anvendt og kan være med til at give kvalitetsundervisning til fremtidige gymnasieelever.

På centerets hjemmeside står følgende om deres undervisningsprofil og mål:

”Med Fjord&Bælts skoletjeneste kan du bl.a. deltage i aktiviteter, praktiske øvelser og demonstrationer. Vi har sammensat et bredt udbud af undervisningsemner, der er forankret i formidlernes fortællinger og elevernes egne aktiviteter. Samtlige undervisningsemner tilrettelægges efter klassetrin, så derfor bringer skoletjenesten oplevelser og indsigt til alle fra børnehave til gymnasium.”

”Vi benytter en moderne og anderledes undervisningsform med dialog, aktiviteter, eksperimenter og med vægt på miljøproblematik. Vores undervisning omhandler fire emner: Havpattedyr, Fisk, Fiskeri og Økologi.

Vi formidler de levende organismers samspil, livsvilkår og tilpasninger til miljøet. Vi bibringer eleverne viden om og forståelse for de ændringer, som ikke mindst menneskers påvirkninger har fremkaldt. Det gør vi ved at finde egnede, inspirerende og aktiverende måder at formidle på.

Skoletjenestens mål er at give eleverne et tættere og mere fortroligt forhold til naturen. Vi vil være "naturoplukkere", der åbner opmærksomheden for en ellers meget lukket verden - livet under havets overflade. Vi vil vække interessen og dermed give viden og indsigt, som kan bruges i det videre forløb på skolen. Endelig vil vi skabe holdninger til det at forurene og til at færdes i naturen.” (Fjord&Bælt 2)

Forskningen som udføres på Fjord&Bælt omhandler bl.a. marsvinenes lyd. Hvilket skaber den perfekte tværfaglige kombination mellem biologi og fysik, da man, jævnfør kapitlet om den nye gymnasierreform (s. 19) netop skal arbejde tværfagligt. Lyd&Liv er derfor et projekt som både er i F&B, gymnasiernes og min interesse. Hovedårsagen til at jeg har valgt havpattedyrene er netop, at det er uundgåeligt at arbejde tværfagligt, når man undersøger deres levevis. En anden vigtig grund til at jeg har valgt havpattedyrene er at mange mennesker ofte er fascinerede af dem. Der findes ingen endegyldige svar på hvorfor havpattedyr fascinerer mennesket, men det er dyr, som er omgivet af megen overtro og antropomorfe forestillinger. Det kan efter min mening bunde i, at det er dyr som lever i et anderledes miljø og meget sjældent ses, og når man ser dem, er det ofte kun i korte øjeblikke. Desuden lever de i et element som mennesket ikke er tilpasset til og som derfor kan virke mystisk. Derudover kan enkelte individer være kontaktsøgende overfor mennesker og dermed give beskueren en oplevelse af at disse dyr også har følelser og er specielt intelligente.

Tanken bag inddragelsen af havpattedyr i fysikundervisningen var derfor også at bruge denne fascination som springbræt til at få eleverne til at interessere og forholde sig til fysikken bag, og samtidig få erkendelsen af at naturvidenskabelig forskning kræver, at man arbejder tværfagligt. Jævnført forskningen om pigers manglende lyst og selvtillid i fysikfaget, var min tanke derfor at havpattedyrene ville appellere til pigerne, og evt. kunne motivere dem til at lære om lyd.

Jeg har i mit design overvejet hvordan det ville påvirke elevernes interesse for forsoegene, hvis havpattedyrene blev skiftet ud med landlevende dyr, såsom mus og flagermus. Eleverne ville principielt kunne lære det samme mht. brugen af højfrekvent lyd som en tilpasning til at finde føde og til at orientere sig. Jeg vil vende tilbage til dette senere i opgaven, da jeg lavede nogle observationer hos nogle af de interviewede elever ang. deres oplevelse og holdning til havpattedyr kontra landlevende dyr.

Udover at havpattedyrene på F&B er trænet til at producere lyde, så rummer centrets udstilling også mange materialer til at arbejde interaktivt med lyd og tilpasninger hos havpattedyr. Der er skeletter fra hhv. et marsvin, en fisk, et menneske og en kaskelot. Det vil jeg komme mere ind på i afsnittet om designet af undervisningsforløbet.

Det makrodidaktiske niveau

Der er overordnet to niveauer af didaktik som fagdidaktikken skal forholde sig til:

1. Det makrodidaktiske niveau, som indbefatter de ordnede bestemmelser og rammer, såsom officielle læreplaner fra ministerier og samfundet som har direkte indflydelse på det didaktiske system.
2. Det mikrodidaktiske niveau, som er den aktuelle undervisning, som kan være et længere forløb eller en enkelt lektion.

(Winsløw, 2006). Fagdidaktikken beskæftiger sig mest med det mikroskopiske mikrodidaktiske niveau, men det makrodidaktiske niveau har direkte indflydelse på indholdet af undervisningen i dette projekt, da UVMs læreplaner bevidst indarbejdes i forløbet.

I dette afsnit gennemgås materialet som er inddraget fra det makrodidaktiske niveau i projektet, i form af UVMs læreplaner og der gives en kort oversigt over hvad den nye reform indebærer, og hvilke nye vinkler den har i forhold til den gamle, samt hvilket læringssyn der ligger bag brugen af kompetencebegrebet. Mht. gymnasiereformen fokuseres der på områderne, der omhandler de naturvidenskabelige fag. Senere vil jeg fordybe mig i det mikrodidaktiske niveau, når jeg beskriver undervisningsforløbet.

Gymnasiet anno 2005

Gymnasiereformen i 2005 indebar store forandringer i det danske gymnasium både på det organisatoriske og det undervisningsmæssige niveau, hvor der nu stilles krav fra UVM om didaktiske tilgange, som f.eks. arbejdsmetoder og tværfaglige samarbejder mellem lærerne (Damberg, 2006).

Gymnasieuddannelsen er stadig treårig og afsluttes med en studentereksamen, men til forskel fra tidligere er den opdelt i et halvt års grundforløb og et to et halvt års studieretningsforløb. Figur 3 er et skema, der viser den nye gymnasiestruktur.

	Obligatoriske fag						Studieretningsfag			Valgfag	
2 1/2 års studie- retning	Dansk A, Historie A, Engelsk B, 2. fremmedsprog (beg.A/forts. B), idræt C, matematik C, samfundsfag C, religion C, oldtidskundskab C, kunstnerisk fag C			Naturvidenskabelige fag: Fysik C og to af fagene biologi, kemi og naturgeografi på C-niveau. Et af disse fag på B-niveau			– normalt 3 Studieretningsprojekt			Op til 3 valgfag. Antallet varierer efter studie- retning	Almen studie forbe- redelse
1/2 års grund- forløb	Dansk	Engelsk	Historie	Matematik	Samfunds- fag	Kunstnerisk fag	Idræt	Natur- videnskab. fag	Natur- videnskab. grund- forløb	Almen sprog- forståelse	Almen studie- forbe- redelse

Figur 3. Skematisk oversigt af gymnasiestrukturen. Kilde: Roskilde Amtsgymnasiums hjemmeside.

Grundforløbet

Grundforløbet varer ½ år og er inddelt i tre hovedområder: naturvidenskabeligt grundforløb, obligatoriske fag og almen sprogforståelse, hvor de obligatoriske fag fylder mest.

Det naturvidenskabelige grundforløb er illustreret på figur 3, som den nederste række af fag. Det naturvidenskabelige grundforløb (også kaldet NV) bygger på tværfagligt samarbejde mellem kemi, biologi, fysik og naturgeografi, hvor eleverne introduceres til den naturvidenskabelige tankegang. Formålet med NV er, at give eleverne en introduktion til de naturvidenskabelige fags karakteristika og fællestræk gennem at der *”i grundforløbet inddrages eksemplariske og aktuelle problemstillinger kombineret med en oplevelsesorienteret og eksperimentel tilgang til omverdenen.”* (UVM 2004a).

Ifølge læreplanen er det grundlæggende formål med NV at:

”Eleverne skal gennem undervisningen i grundforløbet indse betydningen af at kende til og forstå naturvidenskabelig tankegang, og de skal kunne forholde sig til naturvidenskabelig videns styrker og begrænsninger. Eleverne skal opnå viden om nogle centrale naturvidenskabelige problemstillinger og deres samfundsmæssige, etiske eller historiske perspektiver, så de kan udtrykke en vidensbaseret mening om forhold og problemer med et naturfagligt aspekt. Endelig skal elevernes nysgerrighed og engagement inden for det naturfaglige område understøttes og fremmes.” (UVM 2004a)

Foruden at eleverne skal opleve et fagligt samspil imellem de fire fags grundlæggende elementer, skal de også præsenteres for karakteristika for hvert fag, så de har et grundlag for deres valg af studieretningsfag. I praksis har eleverne som regel valgt studieretning inden de starter på gymnasiet, nogle elever vælger dog at skifte efter grundforløbet.

Almen Studieforbereelse

Noget helt nyt i gymnasiet er at faget Almen Studieforbereelse (AT) er blevet en del af det treårige gymnasie. AT er et tværfagligt samarbejde mellem gymnasiets tre faglige hovedområder: naturvidenskab, humaniora og samfundsvidenskab.

AT skal udgøre minimum 10% af hele gymnasietiden. Formålet med AT er at udvikle den studerendes studiekompetencer og medvirke til at eleverne udvikler sig til kritiske, reflekterende studerende. Dette gøres gennem projektarbejde, som handler om et emne, der giver eleverne en forståelse for, at der er en sammenhæng mellem det de lærer i forskellige fag. Ambitionen er, at eleverne oplever, at det er en sammenhængende verden, og at hvert fag har en andel i at forklare delområder (Tornbjerg Gymnasium, Nordfyns Gymnasium).

Ifølge UVM skal undervisningen inddrage flere fag, da *”Almen studieforbereelse er et samarbejde mellem fag inden for og på tværs af det almene gymnasiums tre faglige hovedområder: naturvidenskab, humaniora og samfundsvidenskab. I almen studieforbereelse arbejdes der med betydningsfulde natur- og kulturfænomener, almenmenneskelige spørgsmål, vigtige problemstillinger og centrale forestillinger fra fortid og nutid med anvendelse af teorier og metoder fra alle områder.”* (UVM 2005c)

I praksis er der stor variation i AT-forløbenes sammensætning blandt forskellige gymnasier, hvor nogle projekter er tværfaglige indenfor samme fag, hvilket dog ikke er hensigten fra UVM, da det skal være på tværs af de 3 faglige hovedområder.

Studieretningsforløb

Studieretningsforløbene består af obligatoriske fag, studieretningsfag og valgfag. Antallet og sammensætningen af studieretninger som udbydes er individuelt for hvert enkelt gymnasium, men samtlige gymnasier skal ifølge UVM udbyde minimum fire retninger indenfor hvert af hovedområderne; samfundsvidenskabelig-, sproglig-, naturvidenskabelig- og kunstnerisk retning. Eleverne skal have fire fag på A-niveau, tre fag på B-niveau og syv fag på C-niveau (Nordvestjylland Ungdommens uddannelsesvejledning). F.eks. er studieretningsforløbet; Matematik (A), Fysik (B), Kemi (B) et traditionelt studieretningsforløb, da det er nøglen til mange videregående naturvidenskabelige uddannelser. Men nogle gymnasier tilbyder også alternativer til de gængse studieretningsforløb, f.eks. kan man vælge ”studieretningen for eliteidrætsudøvere” på Tornbjerg Gymnasium, hvor der fokuseres på at gøre det muligt at kombinere elitesportstræning og uddannelse (Tornbjerg Gymnasium).

UVMs kompetencer for NV samt Biologi C og Fysik C

I udarbejdelsen af undervisningsforløbet Lyd&Liv har det været muligt at inddrage UVMs kompetencekrav til hhv. NV-forløbet og studieretningsforløbene i Biologi C og Fysik C. Det er ikke alle kompetencerne fra UVMs læreplaner og undervisningsvejledninger, som er relevante for forløbet, og de er derfor ikke fremhævet, men af figur 4, 5 og 6, fremgår det hvilke kompetencer der blev fundet relevante og mulige at inddrage i Lyd&Liv.

Senere i opgaven (se s. 57) gives en redegørelse for hvordan UVMs kompetencer er blevet indarbejdet til nye kompetencer og hvordan eleverne forventes at op nå disse nye kompetencer via Lyd&Liv. De fuldstændige læreplaner og undervisningsvejledninger kan læses på UVMs´ hjemmeside (UVM).

For at gøre det mere overskueligt senere, når UVMs krav omskrives til kompetencer for Lyd&Liv, er hver af de 3 anvendte læreplaner blevet tildelt en farve.

- Det Naturvidenskabelige Grundforløb er rosa
- Biologi C er grøn
- Fysik C er lilla

På hver af figurene er det angivet hvilket afsnit i UVMs læreplan kompetencen er citeret fra. Kompetencerne for Lyd&Liv fremgår af figur 14 og 17 på side 58 og 59, hvor hhv. NV- og Stx-forløbet præsenteres. På disse kompetencebeskrivelser er det via farvekoderne markeret hvilke af UVMs læreplaner, der kommer til udtryk i kompetencerne.

Kompetencemål for det Naturvidenskabelige grundforløb

Kravene i UVMs lærervejledning til det faglige indhold i NV-forløbet er rimelig åbne, da det *“udvælges, så alle fire naturvidenskabelige fag er repræsenteret. Ved udvælgelsen lægges vægt på, at indholdet*

- *giver mulighed for samarbejde fagene imellem*
- *har eksemplarisk værdi*
- *viser fagenes relevans i samfundsmæssig eller historisk henseende.”* (UVM 2004a).

Læreren og eleverne har altså frit valg mht. emne, som det fremgår af Figur 4 er der derimod nogle klare retningslinier mht. faglige mål, arbejdsformer og brug af it.

UVM kompetencer til NV	
Fagligt NV (2.1)	<i>"Eleverne skal kunne:</i> <ul style="list-style-type: none"> • gennemføre praktiske undersøgelser og iagttagelser, såvel i laboratoriet som i naturen, bl.a. med henblik på at opstille og vurdere enkle hypoteser • anvende modeller, som kvalitativt og kvantitativt beskriver enkle sammenhænge i naturen, og kunne se modellernes muligheder og begrænsninger • formidle et naturvidenskabeligt emne med korrekt anvendelse af faglige begreber • perspektivere de naturvidenskabelige fags bidrag til teknologisk og samfundsmæssig udvikling gennem eksempler."
Formidling NV (3.2)	<i>"Mundtlig fremstilling og skriftligt arbejde indgår som en væsentlig del af arbejdet med fagene for at styrke elevernes udtryksform og medvirke til faglig fordybelse og forståelse. Eleverne skal arbejde med forskellige former for skriftligt arbejde, der tilrettelægges med en klar progression i kravene frem mod et afsluttende skriftligt produkt."</i>
it NV (3.3)	<i>"I forbindelse med skriftligt arbejde og behandling af måledata skal eleverne kunne anvende it-redskaber. Databehandling indgår i forbindelse med praktiske undersøgelser, og eleverne præsenteres for eksempler på computermodeller."</i>
Samspil med andre fag NV (3.3)	<i>"Det naturvidenskabelige grundforløb skal koordineres med matematik og det naturvidenskabelige fag, som læses parallelt. Ved gennemførelse af flerfaglige forløb under almen studieforberedelse bidrager det naturvidenskabelige grundforløb med perspektivering af naturvidenskabelig viden i relation til teknologisk og samfundsmæssig udvikling."</i>

Figur 4. Kompetencekrav fra UVM til NV-forløbet som kan inddrages i Lyd&Liv. Tallene (2.1), (3.2), (3.3) og (3.4) referer til UVMs' læreplan for naturvidenskabeligt grundforløb (UVM, 2004a).

Kompetencemål for studieretningsforløbet

Fysik C

Fysik C er et grundfag og derfor skal alle gymnasieelever have fysik på mindst C-niveau. Fysik skal desuden indgå i samspil med andre fag og indgår i AT og NV. Eleverne skal i alt have tre fag på C-niveau og kan vælge at kombinere med fagene biologi, kemi eller naturgeografi (UVM, 2005b).

En del af kernestoffet der indgår i Fysik C er læreren om "lyd og lys" hvilket fremgår af undervisningsvejledningen:

- *grundlæggende egenskaber: bølgelængde, frekvens og udbredelsesfart*
- *eksperimentel bestemmelse af bølgelængde*
- *fysiske egenskaber ved lyd og lys samt deres forbindelse til sanseindtryk.*

Udgangspunktet for den kvantitative beskrivelse af bølger er grundbegreberne bølgelængde, frekvens og udbredelsesfart samt sammenhængen mellem dem. Eleverne skal arbejde med eksperimentel bestemmelse af bølgelængde for såvel lyd som lys, men der er ikke krav om nogen bestemt, systematisk begrundelse for teorien bag de valgte målemetoder. Forbindelsen mellem fysiske egenskaber og sanseindtryk kan belyses med udgangspunkt i eksempler som fx toner og farver." (UVM, 2005b)

UVM kompetencer til Fysik C	
Fagligt Fysik C (2.1)	<p>"Kende og kunne anvende enkle modeller, som kvalitativt eller kvantitativt kan forklare forskellige fysiske fænomener".</p> <p>"Gennem eksempler kunne perspektivere fysikkens bidrag til såvel forståelser af naturfænomener som teknologi- og samfundsudvikling".</p> <p>"Kunne beskrive og udføre enkle kvalitative og kvantitative fysiske eksperimenter, herunder opstille og falsificere enkle hypoteser".</p> <p>"Kunne præsentere eksperimentelle data hensigtsmæssigt og behandle dem med henblik på at afdække enkle matematiske sammenhænge".</p> <p>"Kunne arbejde med tekster fra medierne, herunder identificere de naturvidenskabelige elementer i tekstens argumenter".</p>
Formidling Fysik C (2.1)	<p>"Kunne formidle et emne med et elementært fysikfagligt indhold til en valgt målgruppe".</p>
it Fysik C (3.3)	<p>"prøve at benytte it-baserede hjælpemidler til dataopsamling og databehandling, lige som indsamling af og bearbejdning af faglig information fra internettet indgår i undervisningen".</p>
Perspektiverende tema Fysik C (3.1)	<p>"Undervisningen skal som hovedregel tilrettelægges i forløb, der hver for sig er styret af et perspektiverende tema, som inddrager forhold udenfor for fysikken. – fysik set i relation til teknologi- og samfundsudvikling og den tilhørende samfundsdebat."</p>

Figur 5. Kompetencekrav fra UVM til Fysik C som kan inddrages i Lyd&Liv. Tallene (2.1), (2.2), (3.1) og (3.3) referer til UVMs´ læreplan for naturvidenskabeligt grundforløb (UVM, 2004b).

Endvidere står der i bekendtgørelsen at *"hovedvægten skal lægges på brug af fysik som et middel til at skabe naturfaglig indsigt, og fagets mere formelle og matematiske sider nedtones, så undervisningen passer til elevernes forudsætninger."* (UVM, 2004b, afsnit 3.1)

Samt at *"elevernes eksperimentelle arbejde indgår som en integreret del af undervisningen og skal sikre dem fortrolighed med metoder og brugen af eksperimentelt udstyr."* (UVM, 2004b, afsnit 3.2)

Biologi C

Biologi C er et valgfag, og elever som har valgt faget skal derfor kombinere med Fysik C og enten kemi eller naturgeografi. Biologi C er omfattet af det generelle krav om samspil mellem fagene og indgår i AT og NV.

UVM kompetencer til biologi C	
Fagligt Biologi C (2.1)	<i>"Eleverne skal kunne vise kendskab til biologisk teori og arbejdsmetode, herunder: gennemføre observationer, undersøgelser og enkle eksperimenter såvel i felten som i laboratoriet under hensyntagen til almindelig laboratoriesikkerhed bearbejde og fortolke biologiske data formidle resultater fra biologiske undersøgelser i form af journaler og rapporter redegøre for sammenhænge mellem form og funktion hos levende organismer og sammenholde dette med organismens livsbetingelser forklare, hvordan levende organismer opretholder stabile indre miljøer indhente og vurdere biologisk information fra forskellige kilder vurdere konkrete eksempler på anvendelse af biologisk viden."</i>
Formidling Biologi C (3.2)	<i>"Elevernes mundtlige formidlingsevne styrkes gennem diskussioner, elevoplæg og lignende. I valget af arbejdsformer skal der tages hensyn til at udvikle elevernes erfaring med både individuelle og kollektive arbejdsformer, herunder projektarbejde. Det skriftlige arbejde er en naturlig del af læreprocessen og omfatter bl.a. følgende elementer:</i> <ul style="list-style-type: none"> • journaler over eksperimentelt arbejde og feltundersøgelser • rapporter udarbejdet på baggrund af journalerne • produkter som resultat af bl.a. projektarbejde."
it Biologi C (3.3)	<i>"It indgår som en integreret del af undervisningen og anvendes bl.a. til kommunikation, dataopsamling, databehandling og informationssøgning. Der introduceres til anvendelse af relevante it-værktøjer i forbindelse med efterbehandling og afrapportering af det eksperimentelle arbejde."</i>
Perspektiverende tema Biologi C (3.1)	<i>"Undervisningen er tematisk og tager udgangspunkt i biologiske problemstillinger, der har personlig eller samfundsmæssig relevans"</i>

Figur 6. Kompetencekrav fra UVM til Biologi C som inddrages i Lyd&Liv. Tallene (2.1), (3.1), (3.2) og (3.3) referer til UVMs' læreplan for naturvidenskabeligt grundforløb (UVM, 2004c).

I dette projekt opfattes kompetencer både som det at eleverne tilegner sig faglig viden og at de kan gøre noget bestemt med denne viden. Eleverne skal mestre den faglige viden for at kunne gøre noget, men samtidig skal de også kunne anvende deres viden i faget, formulere det, samarbejde med andre om at opnå det og præsentere det. Spørgsmålet er så hvordan eleverne tilegner sig en eller flere kompetencer.

Konstruktivistisk læringsforståelse

Da hovedformålet med dette studie er at designe et undervisningsforløb og undersøge hvordan det kan støtte elevernes kompetenceudvikling, ligger begrebet læring derfor udenfor det primære fokus, men da forløbet gerne skulle facilitere læring er det vigtigt kort at ridse op hvilke læringsprocesser der bidrager til at eleverne udvikler kompetencerne.

Ifølge Dolin et al. (2003) er udviklingen af kompetencer forbundet med læring frem for undervisning: *”Groft sagt tager undervisningen sit udgangspunkt i stoffet og fagligheden, mens læringsperspektivet fokuserer på den lærerende og hvordan vedkommende lærer. Læringsbegrebet integrerer således faglige aspekter med personlige meningstilskrivelse, motivation m.m. En lærer som tænker i undervisningsmæssige baner vil fokusere på hvordan han/hun bedst muligt formidler stoffet. En lærings- (kompetence)tænkende lærer vil i stedet bruge energien på at tilrettelægge rammer og støtte for den enkelte elevs møde med den relevante faglighed.”* (Ibid, s. 77).

Som det fremgår af citatet ligger der indlejret en opfattelse af hvad læring er i kompetencebegrebet, som er fokuseret på hvad læringsprocesser kan føre til. Men læringsprocesser er en dynamik, som i følge Illeris (2004) mindst består af samspillet mellem 3 dimensioner, der har indflydelse på læringsprocessen:

1. Kognitive processer, som er et udtryk for den enkelte persons tankemønstre, hvor der sker en tilegnelse af et færdigheds- eller betydningsmæssigt indhold.
2. Psykodynamiske processer, som *”involverer psykisk energi, formidlet via følelser, holdninger og motivationer som både kan virke mobiliserende og samtidig selv kan påvirkes gennem læring.”* (Ibid.s. 18)
3. Sociokulturelle processer, som er et udtryk for en social og samfundsmæssig dimension, hvor viden skabes i fællesskabet, og hvor der løbende sker en udveksling, opbygning og fellestilpasning af viden, som primært sker via sproget.

Læringsprocesserne skal ses som et samspil i mellem de 3 dimensioner, hvor den lærerende skaber sin egen viden og tankemønstre, men hvor disse påvirkes af de psykodynamiske processer og det sociokulturelle miljø. Derfor kaldes det overordnet for konstruktivistisk læringsforståelse. Læring skal derfor ikke ses som en passiv overførelse fra lærer til elev, hvor læreren hælder viden på eleven som en tankpasser, der fylder benzin på en bil, men som en proces hvor den lærerende gennem interaktion med omgivelserne *konstruerer* sin viden.

Jean Piaget (1896-1980) har hovedsagligt beskæftiget sig med de kognitive læringsprocesser, og han går ud fra, at vi har en lang række kognitive skemaer, som vi danner og udvikler gennem hele livet, hvori vi organiserer vores erkendelser (Illeris, 2004; Winsløv, 2006). Piaget ser læring som en ligevægtsproces, hvor individet gennem en aktiv tilpasningsproces forsøger at tilføje ny viden til allerede erkendt viden. Dette sker i et samspil med det omgivende miljø og kaldes adaptation. Individets tilpasning sker ved enten assimilation eller akkomodation.

I det første tilfælde (assimilation) optager individet indtryk fra omgivelserne og tilføjer dem til sine allerede eksisterende kognitive skemaer. I den anden situation (akkomodation) ændrer individet på sine allerede kendte skemaer, fordi indtrykkene fra omverdenen ikke kan indpasses til de eksisterende skemaer, og individet derfor bliver nødt til at nedbryde og omstrukturere sine skemaer (Dolin, 2006b; Illeris, 2004). Akkomodation kan være korte aha-oplevelser, hvor forklaringer pludselig giver mening, eller det kan være længere processer, hvor der gradvist udvikles en ny forståelse. Adaptationen sker som en stadig vekselvirkning mellem akkomodation og assimilation.

Illeris (2004) har citeret den Amerikanske læringsteoretiker Davis Ausubel: ”*den vigtigste enkeltfaktor der influerer på læring er hvad den lærernde allerede ved*”, (Illeris, 2004. p.28), fordi det danner grundlaget for enhver adaptation.

De psykodynamiske processer omfatter selve undervisningssituationen og rammerne hvor læringen finder sted, da det altid, ifølge Illeris (2004), påvirker læringsresultatet. Det gælder både øjeblikkelige stemninger og følelser samt det forhold eleven har til konteksten, som læringen finder sted i. Dette kan også betegnes som ”siteret læring”, fordi den viden som skabes er afhængig af de fysiske omgivelser, de sociale relationer, samtaler og den lærendes egen aktivitet, både psykisk og fysisk. Den lærende ses her som et socialt væsen med en krop og følelser (Held, 2005). I termen siteret læring ligger også det perspektiv, at det personen lærer er knyttet til den bestemte sammenhæng eller situation. Der er mange forskellige rammer for og situationer hvor læring tilegnes, og i visse tilfælde kan det skabe en barriere for anvendelsen og overføringen af viden, som er lært i f.eks. skolen, til elevens hverdagsliv (Illeris, 2004; Held, 2005). Den tyske ungdomsforsker Thomas Ziehe (f.1947) har baggrund i psykoanalysen og tillægger relationen mellem eleven og læreren den afgørende dimension mht. læring, fordi eleverne spejler sig i læreren og via relationen til denne skaber eleven sit forhold til og syn på faget. Ziehe ser den gode lærer som en der kan kombinere sin personlige troværdighed med et fagligt engagement og en evne til at fremme læreprocesser hos eleverne. Dermed skabes der respekt og idealdannelse fra eleverne (Beck, 2006).

Læring kan også skabes af mennesker i fællesskab, hvor det dermed medieres gennem sociale samspil og den kultur som den lærernde befinder sig i. Lev Vygotsky (1896-1934) var af den indstilling at læring er en sociokulturel proces, hvor den der lærer danner sine holdninger, måder at tale og opføre sig på, primært via sproget og gennem interaktioner med andre elever eller læreren. Pointen er, at viden opstår i relationerne i det sociale felt og er bundet til den sociale kontekst. Det enkelte individs kognitive processer er ikke i fokus, da det netop er i det sociale samspil og spejlingen i andre mennesker at viden skabes, samt ud fra den lagrede viden som kulturen indeholder. Formidlingen af denne viden sker gennem sproget og artefakter, som er menneskets unikke måde at overføre viden til de næste generationer (Ulriksen, 2003; Dolin, 2006b; Illeris, 2004). Vygotsky udviklede desuden teorien om ”Zonen for nærmeste udvikling”, som betegner det område som er mellem den lærernes pågældende niveau og som personen kan udføre på egen hånd og til det niveau som personen potentielt kan opnå gennem assistance via samtale med en lærer eller anden person på et højere niveau (Sinding, 2007).

Samlet set for de tre ovennævnte dimensioner er at de basalt set har en konstruktivistisk opfattelse af læring, hvor mennesket selv konstruerer sin viden gennem læring og erfaringer og ud fra det skaber sit verdensbillede og sin forståelse af den omgivende verden. Så som allerede nævnt, skal læringsprocessen ses som et samspil mellem de tre overordnede dimensioner. Piaget siges at være den som oprindeligt plantede frøene til den konstruktivistiske læringsopfattelse (Illeris, 2004) og Piagets skemateori giver da også mening i store træk, men det er ikke altid at adaptationen går helt nemt, og i visse tilfælde sker det slet ikke fordi den nye viden strider så meget imod hvad den lærende allerede forestiller sig. I visse tilfælde har den lærende et skema, som ikke er i overensstemmelse med det officielt accepterede skema.

Forestillinger, misforståelser, kimære og andre alternative forklaringsmodeller

Jeg vil vove at sige, at et af de primære formål på læringsinstitutionerne er, at elever tilegner sig den officielle viden. Paludan (2004) kalder det for ”skoleviden”. Når eleverne møder skolen og den officielle viden, har de, ifølge Piagets teori, allerede en baggrundsviden og den nye viden skal de så tilegne sig ved enten akkomodation eller assimilation. Elevernes baggrundsviden som Paludan (2004) kalder hverdagsforestillinger, definerer hun som elevens umiddelbare forklaringsmodeller af hvordan verden hænger sammen. Men når eleven skal tilegne sig den nye viden, kan personen komme til danne en række forskellige misforståelser eller forestillinger, som Paludan kalder det.

Overordnet skelner Winsløv (2006) mellem to typer af misforståelser:

- *”Misforståelser, som skyldes elevernes hverdagserfaring, herunder forestillinger som er almindelig udbredte (disse kaldes også epistemologiske forhindringer)*
- *Misforståelser som er i forbindelse med undervisning (didaktiske forhindringer)*

Når han benytter ordet forhindringer indbefatter det, at eleven har kognitive forhindringer, som resulterer i at vedkommende har svært ved at tage den officielle viden til sig.

Paludan (2004) anvender betegnelsen forestillinger i stedet for misforståelser, og har uddybet hvilke forskellige typer af forestillinger elever kan have eller tilegne sig. Jeg vil fremover i opgaven benytte ordet ’forestillinger’ i stedet for ’misforståelser’.

En meget almindelig forestilling er blandingsforestillinger, hvor den officielle viden blandes med deres hverdagsforestillinger. I andre tilfælde bevarer eleven sin hverdagsforestilling, men lærer samtidig den officielle viden, og får på denne måde en parallel indlæring af den officielle viden. Eleven benytter så sin skoleviden i skolen, men går stadig rundt og tror på sin egen hverdagsforestilling. Eleven er sjældent bevidst om denne parallelle viden, og der skal derfor nogle gange en underviser eller en oplevelse til, som får eleven til at reflektere over den konflikt, der nødvendigvis må være imellem de to forklaringsmodeller. Så hvis eleven bibeholder sin hverdagsforestilling selvom den ikke stemmer overens med den officielle viden, kaldes det parallelindlæring.

I visse situationer kan den officielle viden være så afvigende fra elevens hverdagsforestilling, at den afvises fuldstændigt. F.eks. hvis en 6. klasse skal lære om botanik, og deres lærer fortæller dem, at et jordbær faktisk kategoriseres som en nød!! Det mener jeg, at visse elever vil afvise.

De sidste to kategorier Paludan (2004) beskriver, er hhv. gøgeunger og kimære, som udelukkende dannes ud fra officiel viden. I den første situation er den officielle viden blevet så stor, at den fuldstændig har fortrængt og skubbet alt fornuftig logisk ræsonnering ud af elevens verdensbeskrivelser. Ligesom når gøgens unge skubber værtsartens æg og/eller unger ud af reden. I følge Paludan (2004) ses fænomenet mest hos elever i 3.g, hvor de har fået så meget ny viden om f.eks. fotosyntese, anaerobe processer og udvaskningsproblemer, at de har mistet deres oprindelige sunde sans og det overblik de udviste i 1.g. Jeg vil give Kirsten Paludan ret i, at det nogle gange kan virke som om eleverne har mistet deres sunde sans, men det kan også være et udtryk for, at eleverne er af den opfattelse, at når de stilles overfor eksamensopgaver, hvor de skal forklare, så gælder det om skrive så meget som muligt af deres viden, for derved at kunne vise hvor meget de kan. De tror, at det er det de i sidste ende bliver vurderet på, og hvis de desuden kan huske formlerne trækker det yderligere op på karakteren.

I den anden situation (kimær) har eleven sammensat det som eleven har lært i skolen til ny viden, men uden at det danner den tilsigtede mening. Paludan vælger at kalde det "kimære" efter det græske mytologiske væsen, som var sammensat af et hoved fra en løve, kroppen fra en ged og halen fra en drage, hvilket er noget af et sammensat monster, der i teorien kunne give mening. Kimær er desuden en zoologisk betegnelse for dyr, der er kunstigt skabt ved sammensætningen af zygote celler fra en eller flere genetisk forskellige arter. F.eks. gedefåret "Dolly" fra 1984 (wikipedia). Så disse fabeldyr er altså nogle vi sætter sammen på kreativ vis, ud fra det vi kender og det samme gælder fragmenterede dele af det som eleven har lært i skolen, der bindes sammen af fantasi og kortslutninger, som ender med at give mening for eleven.

Som påpeget i afsnittet om baggrunden (s.11) for studiet, så har mange elever svært ved at forstå fænomenet lyd, og set ud fra et konstruktivistisk synspunkt, kan det være en stor udfordring for eleverne at forstå fænomenet lyd, når deres forestillinger ofte slet ikke stemmer overens med den officielle viden. Derfor vil der nemt opstå forestillinger, blandingsforestillinger og kimære, når de skal sætte de nye byggeklodser ind i deres forståelser. Da den officielle viden i visse tilfælde er så langt fra elevernes forestillinger, kan det også resultere i en parallel indlæring eller en fornægtelse af den officielle viden. Jeg mener derfor, at undervisning om lyd skal designes med opmærksomhed på elevernes kognitive stadie, samt elevernes mulige forestillinger i bevidstheden og hvilke repræsentationer og eksempler der benyttes i undervisningen.

Linder & Ericson (1998) opfordrer til, at der bliver skabt øget sensitivitet omkring de studerendes forståelse eller udeblivelsen af denne, overfor det som de bliver undervist i, samt en bevidsthed om at studerende ikke altid forstår nye koncepter, men benytter allerede kendte forståelsesrammer. Desuden opfordrer Linder (1992) til at undervisningen ikke bygger på opgaveregning, men på diskussion, dialog og debat om de tanker, eleverne har om emnet, så eleverne ikke møder op for at løse regneopgaver men for at forstå fysikken. En anden vigtig pointe som fremhæves er, at underviseren reflekterer over sin egen viden, og hvor den stammer fra.

Desuden advarer Linder (1992) om at beskrive lyd som bølger, da eleverne opfatter dette som vandbølger, eller som at molekylerne bevæger sig i bølger og følger f.eks. en sinuskurve. Eleverne har svært ved at overføre den abstrakte matematiske baggrund til at beskrive lyd som bølger. Boyes & Stanisstreet (1991) fandt det samme i et af deres interview, hvor eleven mente at lyd bevæger sig i bølger og associerede det med bølgebevægelser og fejlagtigt kobledede det med illustrationer af sinusbølger. Wittmann et al.'s (2003) resultater underbygger denne misforståelse, hvor flere elever forklarer, at støvpartikler foran en højttaler bæres i sinusbølgeformationer væk fra højttaleren, når der afspilles lyd.

Hvis underviseren vælger at tale om bølger skal der i hvert fald bruges tid på at forklare forskellen, og at lyden ikke går op og ned som en sinusbølge. Desuden viste studiet også at en dreng på 15 år mente, at lyd ikke bevægede sig i lige linjer, men i bølgeformationer. For hvis det bevægede sig i en lige linje så ville det bare være den samme lyd!

Desuden mener jeg, at underviseren også skal være opmærksom på figurer og animationer, som benyttes i undervisningen, og passe på med at referere til bølger alt for tidligt i forløbet, men mere tale om overtryk og undertryk og måske undgå at benytte lærebøgerne i starten, da de også kan være en del af problematikken, da de i nogle tilfælde er direkte forkerte (Linder, 1992). En af Linders hovedpointer er at selv umiddelbart simple emner indenfor fysik kræver mere end et kridt og en tavle, og at undervisningen skal være "den ægte vare" baseret på undersøgelser af forforståelser og beregninger fra observationer, da mange repræsentationer og animationer er misvisende eller forkerte. Jeg vil give ham fuldstændig ret i at den ægte vare skal være der, men hvis animationer og repræsentationer vælges bevidst og forklares grundigt, vil de kunne give eleverne en dybere forståelse af fænomenet lyd.

Krop og hjerne

Noget som jeg har undret mig meget over ikke inkluderes i det meste litteratur om læring er den læring som kan ske via kroppen, også kaldet kropsforankring. Jeg ved ikke, om det er fordi det er et tabu indenfor didaktik, men jeg synes det er en så vigtig kilde til læring, at det skal med når man taler om læring. Kropsforankring (embodiment) bruges i en pædagogisk-didaktisk sammenhæng for at betegne betydningen af de nonverbale eller ubevidste kognitive processer, som finder sted i forbindelse med læring. F.eks. ved man godt hvordan man cykler, når man har lært det, men at forklare med ord hvad der egentlig sker til andre så de kan lære det, er meget svært, og ofte forstår man det først når opgaven "at cykle" løses (Ilsted, & Schilhab, 2002). Denne viden ligger som implicit viden i kroppen og kaldes også for "ubevidste læring" eller "tavs viden". I modsætning til implicit viden er eksplicit viden det som kan formuleres sprogligt og som Schilhab (2007) beskriver, er vores uddannelsesinstitutioner baseret på det eksplicite vidensideal, hvor viden er analytisk og kan formuleres, testes og bedømmes.

Neurovidenskaben har fundet at vi har flere læringssystemer i hjernen, og at der er forskellige områder i hjernen som er aktive når hhv. implicit og eksplicit viden bearbejdes (Schilhab, et al. 2007). Schilhab forklarer det med, at de to typer af viden er udviklet til vidt forskellige lærings- og vidensformål.

Det eksplicite er afhængig af hjernens strukturer, såsom hippocampus og de sensoriske hjernebarksområder, hvor dette system bruges ved bevidst tilegnelse af læring som også ofte kan sprogliggøres og altså genfortælles. Det implicite system er derimod afhængigt af flere forskellige systemer, den motoriske hjernebark, amygdala, og lillehjernen. Denne form for læring foregår ved erfaringer som man ikke har bevidst adgang til, og denne viden er ofte ”kropsligt lagret”. Det meget velkendte udtryk ”learning by doing” stammer fra filosofen John Dewey (1859-1952), som mente at børn hovedsagligt lærer gennem deres egne erfaringer (Vaage, 2000).

I designet af Lyd&Liv er der taget højde for at eleverne både udsættes for stimulering af læring gennem det eksplicite og det implicite system. Jeg har bl.a. valgt, at have det uformelle læringsmiljø som base for forløbet, da dette miljø netop rummer mange ressourcer, deriblandt muligheden for at eleverne netop kan lære ved at gøre.

Ressourcerne i det ”uformelle læringsmiljø”

Begrebsafklaring

Termen ”uformel læring” er en meget bred betegnelse som kendetegnes ved, at være ikke-struktureret, uden endelige svar, frivillig, social og styret af den lærerendes eget tempo (Griffin & Symington, 1997; Quistgaard, 2006; Wellington, 1990). ”Uformel læring” kan derfor relateres til mange sammenhænge, f.eks. gennem hverdagsoplevelser, en tur i skoven eller via fjernsynet, i andre tilfælde kan det omfatte læringen på naturskoler og museumsbesøg. I modsætning til uformel læring er formel læring defineret som værende struktureret, obligatorisk og lærerstyret (Quistgaard, 2006). Formel læring er ofte forbundet med officielle institutioner såsom skoler og gymnasier, og disse kategoriseres også som formelle læringsmiljøer. Figur 3 er en oversigt af karakteristika for hhv. formel og uformel læring.

Uformel læring	Formel læring
Frivillig	Obligatorisk
Ustruktureret og tilfældig	Struktureret
Ikke bedømt, ikke certificeret	Bedømt og certificeret
Mest åbne problemstillinger	Mest lukkede problemstillinger
Elevercentreret, styret af eleven	Lærercentreret, styret af læren
Foregår udenfor formelle miljøer	Klasserums og institutions baseret
Uplanlagt	Planlagt
Mange uintenderede udbytter	Få uintenderede udbytter
Sociale aspekter er vigtige	Sociale aspekter er mindre vigtige
Lavt vurderet	Højt vurderet
Ikke underlagt bekendtgørelsen	Underlagt bekendtgørelsen

Figur 7. Viser en oversigt af kendetegnene for hhv. uformel og formel læring (Oversat fra Wellington, 1990, s. 248).

I dag er der en vedvarende diskussion om terminologien for de undervisningsmiljøer, som er udenfor skolen eller gymnasiet. I lang tid er disse miljøer blevet kaldt ”uformelle læringsmiljøer”, men mange af disse institutioner har faktisk en formel og planlagt undervisning, som kan være koordineret med de officielle læreplaner fra UVM og desuden en bevidsthed om, at der skal gøres en målrettet indsats før eleverne opnår en tilsigtet viden, hvor f.eks. elevernes oplevelser kobles til den relevante teori. Derfor bliver undervisningen pludselig ikke særlig uformel, og det kan derfor være misvisende at kalde det ”uformelt læringsmiljø”, da nogen vil forbinde det med læringen og ikke miljøet. Det er derfor vigtigt at skelne imellem om det er læringen på stedet eller selve institutionen, der omtales som værende uformel.

Set i forhold til de formelle miljøer (her mener jeg skoler og gymnasier), så synes jeg det er passende at kalde museer, akvarier og lignende institutioner for uformelle, da det er et miljø, som er åbent for hele befolkningen og på den måde tilbyder viden på en uformel måde.

Men termen ”uformel” kan godt associeres med, at det ikke er så seriøst, og at undervisningen ikke er nær så lødlig som i de formelle miljøer. Derfor er termen ”extramural læringsmiljøer” et alternativ som nogle benytter, fordi læringen foregår uden for skolens mure (Quistgaard, 2006; Dohn, 2006) Men den betegnelse mener jeg kun siger noget om, hvor man befinder sig, og ikke hvad miljøet bidrager med.

Jeg har overvejet termen ”autentiske læringsmiljøer”, fordi skoletjenestens største styrker, netop er at de har de autentiske dyr, knogler og malerier, samt undervisere som ofte er studerende, der brænder for deres fag og dermed er lidt nærmere den ”virkelige verden” på deres fagområde. Men terminologien kan godt være misvisende, da skolerne og gymnasierne også kan anses som værende autentiske læringsmiljøer, da der er skabt en fælles konsensus om hvordan skolen er og der dermed er skabt et autentisk miljø, hvor omdrejningspunktet er skolen eller gymnasiet. Min pointe med at bruge termen autentisk ville være, at en klasse f.eks. kan arbejde længe og projektorienteret med emnet spildevand på skolen, men det bliver først rigtig autentisk, når de tager ud til et rensningsanlæg.

Jeg tror ikke, det vil give flere besøgende skoleklasser på museerne, hvis termen uformelle ændres til autentiske, men det sender et signal til lærerne om, at det ikke er underholdning som tilbydes, men et autentisk miljø, som giver rum til at lære om autentiske genstande, og at institutionen eller underviserne faktisk har en plan og ikke bare er uformelle pauseklovne. Jeg vil ikke forsøge at revolutionere terminologien indenfor feltet af ”uformelle læringsmiljøer” da det ikke er mit fokus med denne opgave. Derimod vil jeg opfordre til, at de uformelle læringsmiljøer anerkendes for, at de ofte har en formel læringsplan og at de finder en betegnelse, som kan samle dem og give brugerne af institutionerne en forståelse af hvilken ressourcer disse steder er.

Jeg vil pointere, at når jeg benytter termen uformel, er det undervisningsmiljøet og ikke læringen, jeg omtaler som værende uformel, og jeg vil holde mig til termen ”uformelle læringsmiljøer” ud fra karakteristika som er udarbejdet af ”Arbejdsgruppen vedrørende forskningskommunikation til børn og unge” karakteriserer ”uformelle læringsmiljøer” som situationer:

”hvor der foregår organiseret undervisning, men uden for det etablerede uddannelsessystem” og det ”er kendetegnet ved at de

- *er fagspecifikke*
- *er professionelle*
- *ideelt set besidder både pædagogiske og faglige kompetencer*
- *har et autentisk miljø*
- *giver mulighed for barnets aktive medvirken og for dialog*
- *samarbejder i forskellig udstrækning med de formelle læringsmiljøer”*

(Videnskabsministeriet, 2005, s. 33)

Arbejdsgruppen placerer en lang række institutioner og aktiviteter såsom science centre, biblioteker, åbent hus arrangementer, zoologiske haver, akvarier og naturskoler i kategorien ”uformelle læringsmiljøer”. Det er derfor vigtigt, at afgrænse og pointere hvad jeg fokuserer på inden for de uformelle læringsmiljøer. Først og fremmest ligger mit fokus på det, som jeg, lidt groft, vil kalde de mere ”traditionelle institutioner”, f.eks. Zoologisk Museum, Danmarks Akvarium og Geologisk Museum.

Arbejdsgruppen placerer science centre i denne kategori, men jeg mener at der er individuelle traditioner og karakteristika blandt institutionerne, som adskiller dem. Det største skel mener jeg, ligger i at opstillingerne på science centre ikke er artefakter, men modeller af ideer og koncepter, som de besøgende ofte skal røre ved og aktivere for at finde svar på forskellige spørgsmål. Derfor vil man aldrig, på et science center se skiltet ”må ikke berøres” (Quistgaard 2006), hvorimod det af naturlige årsager ikke altid kan finde sted på zoologiske museer eller i zoologiske haver, hvor de originale artefakter, af naturlige årsager, ikke altid er velegnede til berøring.

De ”traditionelle institutioner” har i dag ofte elementer af science centrenes opstillinger og grænserne er derfor begyndt at blive flydende mellem disse to grene af uformelle læringsmiljøer. På længere sigt mener jeg, at der vil være basis for et rigtig udbytterigt samarbejde imellem science centre og de mere ”traditionelle institutioner”, men som situationen er i dag, mener jeg, at der stadig er en opdeling imellem disse miljøer. Mit fokus i denne opgave ligger på de mere ”traditionelle institutioner”, med hovedfokus på naturvidenskabelige institutioner med levende dyr og ikke på science centre. Så når jeg fremover i opgaven omtaler uformelle læringsmiljøer, er det disse ”traditionelle institutioner”, jeg mener. Jeg vil også benytte termen museer om disse institutioner.

De ovenfor nævnte karakteristika ved de uformelle læringsmiljøer er også ressourcerne i disse miljøer og i de fleste tilfælde er det også der hvor de adskiller sig fra de formelle miljøer. Arbejdsgruppen kommer ikke med mange uddybende beskrivelser af deres karakteristika for de uformelle læringsmiljøer. Jeg vil derfor give en kortfattet opsummering af min tolkning.

Fagspecifikke og professionelle

De uformelle institutioner er ofte forbundet til et museum eller udstilling, hvilket gør at de har et virke indenfor et specifikt fagområde. Ofte er der også forskere tilknyttet museerne, og det kan være det arbejdsgruppen mener med ”professionelle”, i hvert fald er museerne, i kraft af deres fagspecifikke profiler, fagligt stærke indenfor deres områder. Det faktum at der er forskere samt ihærdige studerende tilknyttet institutionerne, bevirker at stederne rummer en samling af meget specifik viden og autentiske materialer, som de formelle miljøer ikke ligger inde med på samme niveau.

Pædagogiske og faglige kompetencer

Grunden til at arbejdsgruppen bruger forbeholdet ’ideelt set bestrider pædagogiske og faglige kompetencer’, kan skyldes at det ikke altid hænger sammen, at hvis der findes en faglig kompetent person, behøver vedkommende ikke være pædagogisk eller omvendt. Men det er selvfølgelig ønskværdigt at institutionen kan mestre begge dele.

Autentisk miljø og mulighed for barnets aktive deltagelse og dialog

Det uformelle læringsmiljø giver eleverne mulighed for at få førstehåndsviden og oplevelser gennem bl.a. udstillingen, underviseren fra stedet og de autentiske artefakter, som f.eks. de levende dyr, de ægte dinosaurknogler eller skind fra en tiger.

Det er langt fra alle formelle institutioner som ligger inde med materialer og specifik viden om disse artefakter. Barnets aktive deltagelse og dialog har vist sig at være vigtige elementer mht. læring på museer, jeg vil senere komme mere ind på dette.

Samarbejde med de formelle læringsmiljøer

Hvorvidt institutioner samarbejder med skolerne er meget individuelt. Men min klare holdning er, at de uformelle læringsmiljøer kan opnå *meget* ved at samarbejde med lærere fra skolerne eller gymnasierne når undervisningen designes, og at undervisningen desuden designes ud fra lærerplanerne fra UVM. Jeg mener ikke, at de autentiske læringsmiljøer skal overtage undervisningsmoduler fra skolerne og gymnasierne, det skal stadig være lærerens overordnede ansvar at eleverne kommer gennem pensum. Men hvis undervisningsforløbene på de autentiske læringsmiljøer er designet ud fra UVMs anbefalinger, vil det også være mere oplagt for lærerne at inkorporere undervisningen i et forløb.

Læring på museer

Falk & Dierking (1992) har, som de eneste til dato udviklet en model for læring på museer. Modellen kaldes "*learning from museums*". Modellen kan anvendes som retningslinje for, hvad der har indflydelse på et museumsbesøg, men den er meget vidvinklet og omfatter alle besøgende, fra familier til skoleklasser, og alle former for museer, fra Nationalmuseets klunkehjem til botanisk have og kunstmuseer. Modellen giver en god karakteristik af miljøet på museerne, men den beskæftiger sig ikke specifikt med de didaktiske elementer vedrørende museumsundervisning, men der nogle vigtige pointer som også kan gælde for elevers læring på museer. Forfatterne anser den besøgendes læring som værende udgangspunktet og mener at den opstår gennem en proces og/eller som et produkt af interaktionen mellem 3 grundlæggende kontekster; den personlige, de sociokulturelle og de fysiske omgivelser. Falk & Dierking (1992) illustrerer samspillet som en blomst med 3 kronblade, hvor den besøgendes læring er i centrum.



Figur 8. Figuren er dannet over Falk & Dierkings (1992) model "learning from museums" hvor den besøgendes læring på museer skal ses som en proces og/eller et produkt af interaktionen mellem 3 grundlæggende kontekster; den personlige, de sociokulturelle og de fysiske omgivelser.

Den personlige kontekst anses for at være unik for hver besøgende, da det foruden at omfatte den individuelle viden og erfaring også rummer den besøgendes interesser og motivationer. De mener, at hver besøgende har en personlig agenda med et besøg, og ved at kende til de besøgendes forskellige personlige kontekster, kan forskelligheder, blandt de besøgende forudsiges, og dermed vil deres forventninger bedre kunne imødekommes.

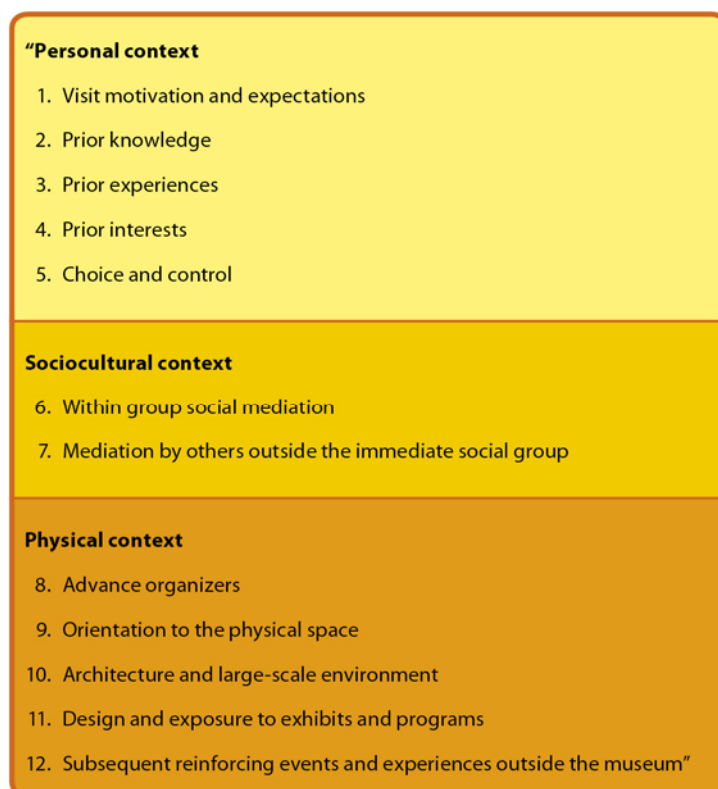
Den sociale kontekst karakteriserer alle menneskelige interaktioner som den besøgende har under museumsbesøget. Det omfatter både de mennesker, som den besøgende evt. følges med, samt kuster og cafépersonale, som den besøgende taler med under besøget og mængden af andre besøgende i udstillingen. Museumsoplevelsen præges derfor af den sociale kontekst og kendskab til disse forskellige kontekster kan bidrage til at forstå variationen af adfærden i forskellige konstellationer.

Den fysiske kontekst betegner selve den fysiske ramme for besøget og består af alt fra det arkitektoniske ydre af museet til displays og artefakter i udstillingen. Den besøgendes læring er meget præget af disse rammer, da det påvirker den besøgendes oplevelser, adfærd og hvad de husker.

Den besøgende konstruerer fortløbende konteksterne og personens interaktion med konteksterne skaber den besøgendes erfaring.

Den konstruerede virkelighed bliver dermed unik for hver enkelt person, da hver person oplever verden individuelt, og den erfaring som personen skaber, vil dermed være et samspil og en vekselvirkning mellem de tre kontekster, men vil altid være filtreret gennem den personale kontekst medieret af den sociale kontekst og forankret i det fysiske miljø.

Modellen er senere blevet videreudviklet til ”*The contextual model of learning*” af Falk & Dierking (2000). Denne model bygger stadig på de tre grundlæggende kontekster, men den indeholder også en liste med tolv faktorer som har indflydelse på en persons læring på museer.



Figur 9. De 12 faktorer som ifølge Falk & Dierking (2000) har indflydelse på personers læring på museer.

Det var ikke muligt for Falk & Storksdieck (2005) at identificere én bestemt faktor som faciliterede læring hos de besøgende, men derimod skriver de, at det var et samspil mellem de 12 faktorer som er listet i Figur 9. Falk & Storksdieck mener, at ”*The contextual model of learning*” kan bruges som en guideline for at forstå museumslæring. Jeg har valgt at anvende modellen kombineret med andre teorier om læring i uformelle læringsmiljøer i mit undervisningsdesign, da deres model ikke er fokuseret på besøg som indebærer undervisning af elever.

Griffin (2004) giver et resumé af en række undersøgelser omhandlende elevers læring på museer og påpeger, at der er forskel på hvordan børn agerer og bliver behandlet når de besøger et museum, enten som elever, eller i relation med deres familie. Der er en tendens til at elever i en skoleklasse ses som en gruppe og ikke som enkelte individer, og at elevernes fratages enhver indflydelse på deres læring bl.a. gennem frie valg når de er på museet.

Hun fremhæver 2 essentielle faktorer, der kan fremme elevernes læring, når de er på et museum;

- at der er et klart formål med besøget og at eleverne gives valgmuligheder i deres læring
- at eleverne tildeles en del af autoriteten over deres læring, så de oplever at have kontrol over deres egen læring

(Griffin 2004)

Gennem interview undersøgte Griffin (2004, 1998) hvordan eleverne selv ville tilrettelægge et museumsbesøg, og fandt en klar tendens til, at de ville have heldagsture, hvor de på egen hånd kunne gå rundt i udstillingen og finde svar på deres egne spørgsmål. Dette underbygger, at eleverne ønsker meget selvstyring og kontrol over hvad de skal lave (Griffin, 2004; Griffin & Symington (1997).

Så hvorfor ikke give eleverne uformel læring, som de beder om, og bare slippe dem løs på egen hånd og lade dem styre selv?

Quistgaard (2006) har undersøgt 1. G elevens viden og færdigheder, når de frit kunne vælge opstillinger på et science center (Eksperimentarium i Hellerup). Hun fandt, at selvom udstillingen opfordrede til at eleverne skulle reflektere, så var det minimalt hvad eleverne opnåede af faglig viden, og desuden var langtidseffekten begrænset. Eleverne var meget engagerede, men ikke reflekterende. Så Quistgaard påpeger altså, at hvis eleverne slippes løs på egen hånd uden at der er et klart formål med besøget, er det tvivlsomt hvor meget faglig viden eleverne opnår. Derudover kræver det meget af udstillingens opsætning, hvis eleverne skal bevæge sig rundt på fri hånd og finde svar på deres umiddelbare spørgsmål, og det er ikke alle museer der er egnede til denne frie læringsform. Hvis udstillingen f.eks. ikke er opbygget så eleverne kan finde den rette information, eller hvis dyrene f.eks. skal aktiveres på en bestemt måde for at få en bestemt adfærd frem, så kan det være, at eleverne ender med bare med at gå rundt og finder det jeg kalder Guinness' Rekordbogs viden, hvor de får faktuel viden om f.eks. årstal og navne, men hvor der ikke faciliteres en læring, der sættes i kontekst. Griffin & Symington (1997) opfordrer museerne og museumsformidlerne til at udarbejde og implementere dele af udstillingen som understøtter elevens mulighed for at kunne arbejde konstruktivistisk og problemorienteret.

Derudover mener Griffin (2004) at det er vigtigt, at klarlægge elevernes opfattelse af, hvornår de lærer noget. Griffin (1994) og Griffin & Symington (1997) fandt i deres studier at eleverne ofte forbinder læring med aktiviteter, der indebærer skrivning og læsning, og at det at se sig om på museet eller prøve forskellige dele af udstillingen ikke blev set som læring, men som leg. Den sidste holdning var også gældende for mange lærere. Så det kan godt være, at eleverne opnår en viden om forskellige emner, men at det ikke bliver anerkendt som viden der kan bruges i skolesammenhænge.

Arbejdsgruppen fra UVM pointerer, at den faglige ekspertise, som findes på landets uformelle institutioner kan hjælpe med at inspirere og løfte undervisningen. Samtidig påpeger gruppen også, at læreren spiller en afgørende rolle med hensyn til planlægning og opfølgning af besøget, samt forankring af elevernes faglige udbytte på skolen. Flere studier viser at elevernes læringsudbytte kan optimeres ved at besøget indarbejdes i et længere forløb på skolen.

Rennie (1994) undersøgte 9 klasser (9-11 årige) mht. effekten af præ- og post-forløb og fandt, at det var altafgørende at besøget blev sat i kontekst med et forløb på skolen for at opnå det optimale udbytte for eleverne. Desuden viste hendes studie, at det som eleverne nød allermost var at arbejde i grupper. Griffin (2004) fandt også, at når eleverne i samarbejde med læreren lavede et efterforskende forarbejde inden de tog på museet for at finde svarene, så oplevede de, at de fik meget mere ud af besøget end tidligere, hvor de bare havde kigget. Det vigtige var, at give eleverne valg mht. hvad de ville lære.

Mht. lærerens rolle påpeger Griffin & Symington (1997), at mange lærere kan være direkte bange for at tage eleverne med på museum, da de ikke har nogen læringsstrategier i dette miljø.

"...currently, the majority of teachers feel greatly intimidated and even fearful when they bring their classes to museums. They have no strategies in their "kit" for facilitating learning in this environment. Any possible learning objective are therefor overtaken by structural, task-oriented objectives as these are more concrete and immediate." (Ibid. s. 775)

Mange besøg ender med at blive såkaldte "sodavandsbesøg", som er ustrukturerede besøg, hvor eleverne har en sjov dag, men hvor det ikke indgår i et forløb, så besøget hverken forberedes eller samles op på skolen. Hyllested (2006) har undersøgt, hvordan lærerne kan støtte elevernes læringsprocesser, når de tager ud af skolen, og hendes resultater underbygger det som Griffin & Symington (1997) efterspurgte i deres undersøgelse, og giver en guideline til lærere, som tager ud af skolen. Hyllested konkluderer at:

"læreren kan stille krav om formålet med turen, om praktiske forsøg og krav om en præsentation af læringsprocessen. De kan støtte eleverne i at lave en evaluering. De kan inddrage eleverne i beslutningsprocesserne om relevante beslutninger. De kan støtte gruppeprocessen og være med til at løse sociale spørgsmål." (Ibid. s.318)

På den måde bliver det stadig elevernes egne projekter, men der er et formål og en refleksion mht. besøget. Så lærerens indsats har en stor indflydelse på elevernes udbytte, hvilket Quistgaard (2006) også pointerer.

Det er desværre ikke altid tilfældet at læreren deltager aktivt. Griffin & Symington (1997) undersøgte 30 klassers besøg på to museer i Sydney, hvor det udelukkende var læreren, som stod for designet af besøget og fandt at 75% af grupperne ikke havde fået anden information end at de skulle på ekskursion. Ofte var eleverne heller ikke klar over, hvad ekskursionens formål var, hvilket også gjaldt nogle af lærerne. Desuden viste resultaterne, at lærerens holdning til besøget smittede af på elevernes forventninger og attitude til dagen. Imens grupperne var på museet varierede det meget hvilken form for interaktion læreren havde med klasserne. Nogle lærere hjalp klasserne gruppevis, andre hjalp kun visse grupper og ignorerede andre, mens nogle fuldstændig trak sig, og i et tilfælde forlod læreren eleverne for at drikke kaffe. I de fleste tilfælde var besøget ikke forbundet med et emne, som klassen arbejdede med på skolen, og der blev ikke samlet op på besøget efterfølgende på skolen. Griffin & Symington (1997) fandt også at lærerne i mange tilfælde udleverede arbejdsark til eleverne, som de skulle besvare under besøget.

Eleverne fandt dog arbejdsarkene kedelige og bundne og de endte ofte med at kopiere hinandens ark i stedet for at lære fra udstillingen (Ibid.)

Brugen af arbejdsark er et omdiskuteret emne. Griffin (1994), fandt i sit studie at størstedelen af eleverne ikke anvendte arbejdsark efter intentionerne og at eleverne slet ikke kunne lide at arbejde med arkene, fordi de begrænsede dem og var kedelige. Arbejdsark kan i nogle tilfælde beskyldes for at opfordre eleverne til blot at indhente faktuel viden og ikke få dem til at observere og reflektere (Mortensen & Smart, 2007; Griffin, 1994). De uformelle læringsmiljøer skulle netop lægge op til, at eleverne kan observere og udforske detaljer og større sammenhænge. Mortensen & Smart (2007) har opstillet en lang række retningslinier for hvordan arbejdsark kan designes så det fremmer elevernes refleksion og udbytte af museumsbesøget. Designet tager bl.a. udgangspunkt i Falk & Storkdiecks model (2005). Jeg vil ikke komme ind på alle retningslinierne her, men fremhæve at forskerne fandt at veldesignede arbejdsark, som bl.a. gav eleverne valg, højnede antallet og diversiteten af elevernes curriculum samtaler. De mener, at arbejdsark er anvendelige når de bruges i den rette kontekst, og at arkene kan bruges som link imellem lærernes behov og det uformelle læringsmiljøes tilbud, men at det er afgørende hvordan arkene er designet og hvordan eleverne introduceres til dem. Arbejdsark kan altså bruges som en støtte til lærerne når de besøger museet.

Ud fra litteraturen er det tydeligt at lærerens indflydelse på elevernes udbytte er meget afgørende, og som Griffin (1998) påpeger *"The need is established, then, to provide teachers with alternative ways of organising, planning and running school visits in order to maximize the learning potential of informal science education settings."* (Ibid. s.118).

Ud fra Griffin (1998, 2004), Griffin & Symington (1997), Rennies (1994) og Falk & Storkdieck's (2005) studier har jeg udarbejdet en oversigt over pointerne i dette afsnit, som er vigtige at tage i betragtning mht. læring, når en klasse besøger de uformelle læringsmiljøer, de fremgår af Figur 10. på næste side.

Vigtigste pointer mht. uformelle læringsmiljøer

Personligt

- Eleverne får mest ud af besøget hvis det indgår i et forløb og eleverne har forberedt sig inden museums besøget. (Griffin & Symington 1997. Griffin 1998. Rennie 1994)
- Det skal planlægges hvilken læring eleverne skal opnå og elever og lærere skal afstemme deres mål. (Griffin & Symington 1997)
- Hvis klassen ikke følger et forløb, skal eleverne selv bestemme deres efterforskningsområder, så det bliver elev-centreret undervisning. (Griffin 2004. Griffin & Symington 1997)
- Elevernes nysgerrighed skal støttes. (Griffin 1998)

Socialt

- Eleverne skal motiveres til at finde flere detaljer og spørgsmål om deres emne imens de er på museet. (Griffin & Symington 1997)
- Der skal være en accept af at læren og eleverne har brug for at vænne sig til og tilpasse sig det nye læringsmiljø. (Griffin & Symington 1997)
- Der skal benyttes læringsstrategier som fordrer socialt samspil, som f.eks. gruppe arbejde. (Griffin & Symington 1997. Rennie 1994)
- Eleverne skal opfordres til at samtale og dele deres viden med hinanden, voksne og stedets faglige personale. (Griffin 1998)
- Læren skal deltage og understøtte læringsprocessen. (Griffin 1998)

Fysiske rammer

- De unikke læringsmuligheder som institutionen har skal inddrages, i stedet for at skole-agtig adfærd efterlignes og det skal undgås at opholdet styres for stramt og eleverne skal have plads til at udforske det uformelle læringsmiljø som en uformel gruppe – a'la en familie på tur. (Griffin & Symington 1997)
- Der skal afsættes tid til en orienterings periode. (Griffin & Symington 1997)
- Brug af arbejdsark skal være meget bevidst og de skal anvendes i forhold til et emne. Det er ikke altid optimalt at anvende arbejdsark. (Griffin & Symington 1997. Griffin 1998)
- Aktiviteterne skal varieres. (Griffin & Symington 1997)

Figur 10. I tabellen har jeg dannet en oversigt af de vigtigste pointer mht. uformelle læringsmiljøer ud fra Griffin (1994,1998, 2004), Griffin & Symington (1997) Rennies (1994) og Falk & Storkdieck (2005) anbefalinger, det fremgår af tabellen hvilket værk pointerne stammer fra og om der er fællestræk i mellem værkerne. Alle pointerne er relateret til Falk & Dierkings generelle opdeling i de 3 grundlæggende kontekster; personligt, socialt og fysisk.

Der er mange måder hvorpå pointerne i Figur 6 kan inddrages i praksis, men det giver en overordnet struktur for hvad der skal tages højde for mht. design af undervisning i de uformelle læringsmiljøer.

En måde at inddrage ovennævnte pointer i praksis kunne være at følge Hyllestedes (2006) forslag om at have en medarbejder på museet, som kan vejlede og samarbejde med lærerne om at designe elevernes projekter. Som tidligere nævnt opfordrer UVM også til et øget samarbejde mellem de formelle og de uformelle miljøer, og gennem sådan et samarbejde kan læreren få et realistisk billede af, hvad eleverne vil kunne opnå ved besøget, og i hvilken retning elevernes projekter med fordel kan designes og museet vil få viden om hvad brugerne egentlig har behov for. Jeg ser at denne model er yderst anvendelig når en klasse besøger et museum uden at de skal have undervisning af en underviser fra museet.

Jeg mener, at denne model kan blive meget ressourcekrævende for museet, da jeg mener, at der skal være en vedvarende dialog og udvikling af mange forskellige projekter og det vil kræve meget tid fra de personer fra museet, som er ansvarlige for denne del af processen.

I stedet for vil jeg foreslå, at museet designer en række undervisningstilbud i samarbejde med nogle få lærere fra det formelle læringsmiljø. Jeg mener, at det ikke altid er nok, at eleverne har et godt projekt og selv skal finde svarene på museet, fordi mange uformelle læringsmiljøer, har undervisere som er vant til at håndtere dyrene og præcist ved, hvad der skal til for at få en bestemt adfærd frem, og derigennem bidrage til at eleverne får en dybere forståelse. Desuden har underviseren ofte en faglig viden og adgang til udstillingen samt kendskab til museet, som lærerne ikke har. Derfor mener jeg, at den person som eleverne møder på museet er mindst ligeså vigtig som museet og dets artefakter.

I mit tilfælde ville det f.eks. ikke være muligt for eleverne at udføre lydoptagelser af dyrene på egen hånd. Det har både i sikkerhedsmæssige årsager mht. dyrene og eleverne, men skyldes også at udstyret som anvendes til at optage højfrekvent lyd under vand er meget dyrt og svært at få adgang til.

For at forsøge at indkredse hvad der skal tages højde for i designede undervisningsforløb, som involverer en underviser fra museet, giver Cox-Petersen et al.'s (2003) undersøgelse, som omhandler elevens udbytte af guidede ture på et zoologisk museum, en forståelse af hvordan det kan gøres og hvordan det ikke er hensigtsmæssigt at gøre. De oprindelige guidede ture var hovedsagligt styret af en fortællende rundviser, som ikke stillede åbne spørgsmål, som fokuserede på fakta og historier i stedet for de overordnede ideer og koncepter, og ikke inviterede til at eleverne selv deltog. Sprogbrugen var ofte på et for højt niveau, og der blev ikke taget højde for individualitet og eventuelle sprogvanskeligheder. Indholdet i turene lagde ikke op til at eleverne skulle forbinde indholdet i udstillingshallerne med deres forhåndsviden og hverdagsliv, og eleverne blev ikke opfordret til selv at tage stilling eller arbejde sammen. De fik kun kort tid til selv at udforske udstillingen og blev afbrudt efter ca. fem minutter, hvorefter de havde svært ved at holde koncentrationen. Når der blev sendt artefakter rundt i forbindelse med at rundviseren forklarede om dem, koncentrerede eleverne sig om artefakterne og begyndte at tale sammen. Hvis der var tilfælde under de "frie minutter", hvor der var voksne som tog del i små diskussioner om udstillingen, samlede eleverne sig hurtigt omkring den voksne i små grupper.

Denne type rundture som Cox-Petersen et al. kalder "*a traditional natural history museum archetype*" (s.211), strider imod anbefalingerne fra både Griffin og Falk & Dierkings. Cox-Petersen et al. påviste, at 47% af de 30 interviewede lærerne faktisk også mente, at turen skulle være mere elevcentreret og mindre struktureret. Alligevel gav 67% af lærerne udtryk for at de var tilfredse med den guidede tur, og 92% af 85 interviewede elever svarede, at de kunne lide turen og at guiden vidste så meget om udstillingen. Eleverne kunne bedst lide artefakterne og sagde, at de havde lært en masse "nye ting". Elevernes svar blev grupperet efter brugen af ord og hvorvidt eleverne havde faktuel viden eller en mere sammenhængende forståelse af koncepter. Samlet set blev 91% af elevernes svar grupperet som lavt eller medium niveau af læring; kun 9% af eleverne havde et højt niveau af læring.

Den tilfredshed elever og lærere giver udtryk for, mener jeg kan afspejle en vanetænkning om besøg på museer. Cox-Petersen et al. (2003) skriver, at den personlige indgangsvinkel fra museumsunderviseren mht. hvordan viden tilegnes, traditionelt set har været, at videnskabelig viden er faktuelviden som en kurator/professor fortæller, og at det derfor ville være naturligt, at det er faktuelviden, som underviseren vil have fokus på i undervisningen. Cox-Petersen et al. mener, at det kan være meget svært at ændre på en traditionel model, for som hun skriver *"would be difficult, as it involves disrupting a status quo and requires staff attention and energy previously allotted to other areas of concern"* (Ibid. s.215) og det faktum at elever og lærere er tilfredse, gør det endnu sværere at facilitere ændringer.

Cox-Petersen (2003) designede og afprøvede et forløb som et alternativ til den traditionelle guidede tur, der tog udgangspunkt i at eleverne blev inddelt i grupper og arbejdede med hver sit diorama. Undervisningen tog desuden højde for at eleverne havde tid til at udforske museet, diskutere med hinanden og at personlig refleksion blev fremmet bl.a. ved at underviseren går fra at være forelæser til at være en person som støtter elevernes læring. Overordnet anbefaler Cox-Petersen et al. at guidede ture på museer, baseret på Falk & Dierkings (2000) grundprincipper, og at der lægges vægt på at eleverne er aktivt deltagende, og at der er specifikke læringsformål. Samtlige af deres anbefalinger fremgår af Figur 8.

- Cox-Petersen (2003)**
1. "Incorporate orientation and signals that focus visitors' attention, suggest how to approach a museum, or how to make effective use of the museum as a learning opportunity
 2. Integrate learning tools for the use of visitors — notebooks, clipboards, measuring devices, prompt sheets, and pictures
 3. Provide learning cues related to overarching concepts or what to pay attention to
 4. Incorporate opportunities for active learning — hands-on exploration of objects and cooperative social experiences
 5. Include labels or cues that prompt students to connect exhibit content with home and school
 6. Provide labels or cues that provide scaffolding of learning to correspond with the age of the visitor
 7. Develop mechanisms that draw on strengths of the diversity of students with special attention to students from non-English language backgrounds and students with disabilities."

Figur 11. Anbefalingerne angående mulige pædagogiske elementer som kunne indgå i en guidet tur på et museum. Citat af fra Cox-Petersen et al., 2003, (s. 214-215)

Cox-Petersen et al.'s studie underbygger at undervisningen i de uformelle læringsmiljøer med fordel kan designes så de er strukturerede, men stadig tager højde for at eleverne bliver aktive deltagere, som har frie valg, og hvor underviseren ikke holder forelæsninger, men fungerer som en støtte til elevernes læring og fremmer dialogen og elevernes refleksion.

Min bagage

Dette afsnit beskriver de personlige erfaringer og iagttagelser jeg som museumsunderviser har tilegnet mig. Det er derfor ikke videnskabeligt baseret, men en referenceramme som har haft indflydelse på dette projekt. Jeg vil først sammenligne to forløb fra hhv. Danmarks Akvarium og Monterey Bay Aquarium, Californien. Derefter vil jeg skitsere de mest relevante af mine personlige erfaringer med at stå som underviser i veldesignede undervisningsforløb, og til sidst vil jeg opsummere det jeg kalder ”mine retningslinier” og komme med et bud på hvordan jeg mener det kan implementeres i de uformelle læringsmiljøers undervisning.

Undervisningsforløbene på Danmarks Akvarium er primært designet af Steen Lomholt fra skoletjenesten. Selve designet er en fortløbende proces, som både omfatter design af nye forløb til særudstillinger og vedligeholdelse af eksisterende. Det centrale i alle forløb er de levende dyr, hvilket er akvariets ressource. Derudover er samtlige forløb bygget op over den samme grundlæggende drejebog, som altid rummer hands-on forsøg, dialog, observation og gerne aktivering af de levende dyr i udstillingen og arbejdsark som er relateret til forløbets indhold.

Et eksempel er undervisningsforløbet ”Levesteder”, som jeg kort vil skitsere:

1. Velkomst og introduktion
2. Dialog med åbne spørgsmål om hvor fisk kan leve i vandet, i overfladen, i midten eller på bunden.
3. Eleverne arbejder gruppevis, hvor de får udleveret en levende fisk, hvorefter de skal finde ud af hvor i vandet den lever, derefter ud fra deres observation indrette det ideelle akvarium til deres fisk.
4. Opsamling og dialog om akvarierne.
5. ½ times pause hvor eleverne kan se udstillingen.
6. Undervisningen fortsætter ved et akvarium i udstillingen, hvor der lever en stor overflade fisk, som kan springe ud af vandet. Denne fisk aktiveres ved en fodring, og ud fra elevernes observationer diskuteres det, hvor i vandet fisken lever. Derefter skabes der en dialog om hvor i vandsøjlen de andre fisk i bassinet lever.
7. Eleverne får udleveret et arbejdsark hver, og gruppevis går de rundt i udstillingen og finder fiskene og undersøger hvor i vandet de lever og indtegne det på papiret.

En af pointerne undervejs er, at eleverne altid vil starte med at komme grus i bunden af deres akvarium, selvom deres fisk lever i vandoverfladen. Når eleverne så tænker sig om, kan de godt se at deres fisk ikke har brug for sten på bunden. Pointen er tilpasningerne hos de forskellige fisk i de forskellige vandlag, og disse pointer bliver gentaget flere gange og på forskellige måder og lokaliteter. Undervisningen er planlagt, så eleverne både får lov til at røre, høre og skrive pointerne.

I december 2006 var jeg på studietur til Monterey Bay Aquarium for at overvære deres undervisning og tale med deres undervisere. Akvariet er et af de største i U.S.A., og de har meget fokus på undervisning. Jeg overværede en 3. klasse blive undervist i tilpasninger hos havlevende dyr og det var utrolig interessant at konstatere at undervisningsmetoden på Monterey Bay Aquarium havde mange basale kendetegn tilfælles med undervisningen på Danmarks Akvarium.

Det skal understreges, at dette er observationer jeg har gjort, og at det er ikke teoretisk underbygget. Men jeg har valgt, at tage det med fordi jeg synes det var meget bemærkelsesværdigt at to institutioner adskilt af Atlanterhavet og det meste af USA, uafhængigt af hinanden havde udarbejdet undervisningsforløb, som grundlæggende lignede hinanden.

På Monterey Bay Aquarium skete der følgende i undervisningslokalet:

1. Velkomstseance af underviseren, som præsenterer sig selv og programmet og giver eleverne mulighed for at stille nogle enkelte spørgsmål.
2. Der var et kort ca. 10 minutters induktivt forløb, hvor underviseren stillede eleverne åbne spørgsmål, og hvor emnets teori blev opbygget. Underviseren styrede dog undervisningen hen imod et forudbestemt mål, og havde små fortrykte magnetavler med nøgleord, som hun satte på tavlen efterhånden som eleverne nævnte forskellige steder havdyr kunne leve.
3. Derefter fulgte en lang praktisk periode på 20-40 minutter, hvor eleverne i små grupper udfører hands-on forsøg og observationer af forskellige dyr.
4. Til sidst var der en opsamling af elevernes erfaringer. Igen var det et induktivt forløb. Men der var nogle klare pointer, som de i fællesskab nåede frem til. F.eks. hvorfor alle dyrene i brændingszonen var gode til at sidde fast. Underviseren havde flere fortrykte magnetstykker med nøgleord, som hun satte på tavlen efterhånden som eleverne nævnte de forskellige dyr og deres tilpasninger.

Derefter pakkede klassen sammen og gik enten ud i udstillingen på akvariet eller tog tilbage til skolen.

Fællestrækkene for de to akvarier er, at omdrejningspunktet i undervisningen er de levende dyr. Det meste af undervisningstiden går med at eleverne skal observere eller interagere med dyrene ved f.eks. berøring og fodringer. Det er eleverne, som udfører forsøgene, men de guides af et observationsark og de tilstedeværende voksne, som både er deres egne lærere og undervisere.

Specielt for Monterey Bay Aquarium var at klassen havde rigtige mange såkaldte chaperones med, hvilket kan være forældre eller andre voksne, som har en tilknytning til klassen, der deltager for bl.a. at holde styr på eleverne og assistere under besøget. Det er meget kendetegnende for U.S.A. Forløbene var også designet så eleverne selv skulle udforske og finde svar på forskellige opgaver, men overordnet var der et klart mål for hvilken viden de skulle opnå. Jeg ser derfor denne form for veludvalgt undervisning som vejen frem for de uformelle læringsmiljøer.

Der var en stor forskel på de to institutioners holdning til indholdet i undervisningen, hvor Monterey Bay Aquarium lagde stor vægt på at inddrage naturbevaring og forvaltning i undervisningen, var det slet ikke med i Danmarks Akvariums forløb. Det var Monterey Bay Aquariums klare profil, at de ville oplyse direkte og få eleverne til at være bevidste om problemstillinger, såsom hvad plastikposer, balloner og plastikstykker kan gøre ved havskildpader og havpattedyr, hvis de sluger dem eller vikles ind i dem.

De valgte bevidst at tale om emner, som var overkommelige for eleverne, og underviseren gav eleverne løsningsmodeller, som de kunne forholde sig til, såsom at huske at smide plastik i skraldespanden og hvorfor det ikke var godt at have 1000 balloner til at gå til vejrs på deres fødselsdag. På den måde kommer akvariets etiske holdning og profil direkte til udtryk.

Nogle af problematikkerne jeg har som underviser på Danmarks Akvarium har oplevet, er primært tilknyttet lærernes deltagelse eller mangel på samme. I visse tilfælde kan lærerne komme til at føle sig forbigåede og overflødige, når de "overgiver klassen" til underviseren, og som Griffin & Symington (1997) fandt i deres studie, har jeg også oplevet at nogle lærere er gået direkte op i cafeen for at drikke kaffe mens klassen fik undervisning. Det var dog sjældent at det skete men det afspejler hvor vigtigt det er, at underviseren tager en kort snak med læreren når klassen er ankommet, for at gøre læreren bevidst om sin rolle mens han er på stedet. Jeg har oplevet at det giver lærerne en tryghed og en oplevelse af at de også har en del af medansvaret, når de kender nogle af "hemmelighederne" i undervisningen, og at det derfor bliver lettere undervejs i forløbet som underviser at trække på lærerne. Hvis lærerne ikke deltager aktivt, vil de for det første ikke vide hvad eleverne har været i gennem når dagen er ovre, og derfor vil der næppe blive fulgt op på dagen, når de vender tilbage til skolen. En anden vigtig rolle for læreren er at løse eventuelle konflikter eleverne i mellem, da underviseren ikke har et personligt kendskab til klassens sociale struktur, og hvem der plejer at være konfliktskabere. Derfor mener jeg, at det ikke er underviserens ansvar, at gå ind i sådanne konflikter, men at det primært er lærerens ansvar.

Lærerens ambitioner på elevernes vegne, kan nogle gange komme til udtryk ved at en lærer siger "*aj! Det har vi jo lige gennemgået derhjemme*", når eleverne ikke lige kan svare på et spørgsmål. I sådanne situationer oplever jeg, at det nogle gange kan være svært for eleverne at overføre det de har lavet i skolen til et nyt miljø. Derfor har jeg oplevet, at det er en fordel, at vide hvad og hvor meget eleverne har været gennem inden undervisningen, og desuden gøre læreren opmærksom på, at erfaringerne viser, at eleverne faktisk kan have svært ved at genkalde sig det de har gennemgået i skolen i det nye miljø, men at læreren evt. kan hjælpe til med at nævne eksempler fra den undervisning de har været igennem på skolen. En tredje problemstilling jeg som underviser har oplevet, når jeg har undervist ud fra velstrukturerede forløb er, at lærerne nogle gange opfanger pointerne inden eleverne, og for at hjælpe eleverne eller for at få klassen til at virke dygtig, kan læreren finde på at hviske eleverne pointerne, førend de selv erkender dem. Derfor er det igen vigtigt, at gøre læreren opmærksom på, at der kan være nogle pointer indlagt i forløbet, og at eleverne selv skal erkende dem.

Jeg har udarbejdet en liste af retningslinier, som fremgår af Figur 9 på næste side og undervisningsforløbet Lyd&Liv er designet med alle disse udfordringer og kendsgerninger i bevidstheden.

Mine retningslinier
<p>Eleverne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eleverne skal have indflydelse på projektet, så de får med ansvar • Eleverne skal have jeg-relaterede opgaver • Eleverne skal have hands-on oplevelser • Eleverne skal arbejde i grupper • Eleverne skal have tid og mulighed for at orientere sig i udstillingen
<p>Museet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skal have materialer og udstyr til rådighed • Museet skal indarbejde relevante krav fra UVM i deres undervisningsforløb • Ressourcerne i det uformelle læringsmiljø skal der drages nytte af og samarbejdet mellem det uformelle og det formelle læringsmiljø skal styrkes
<p>Undervisningen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udviklingen af undervisning skal ske i samarbejde mellem undervisere fra gymnasiet/folkeskolen og det uformelle læringsmiljø. • Undervisningen skal have fokus på overordnede mekanismer i stedet for faktuel viden • Undervisningsforløbet i det uformelle læringsmiljø skal være en del af et forløb på gymnasiet • Stoffet skal relateres til elevernes hverdagsviden • Ved at have fokus på anvendelsesorienteret fysik kan det øge motivationen hos pigerne • Arbejdsark skal evt. udelades eller anvendes meget bevidst og arkene skal designes så eleverne får et valg. • Undervisningen skal være fleksibel så flere niveauer af gymnasiehold, med forskellige fag og forløb som f.eks. AT eller NG forløb kan inddrage det i et forløb på gymnasiet.

Figur 12. Mine retningslinier som er indarbejdet i det designede undervisningsforløb.

Efter at have gennemgået teorien, og med mine personlige erfaringer in mente, er jeg af den opfattelse, at det optimale er at det uformelle læringsmiljø tilbyder en række veludviklede og afprøvede undervisningsforløb, som kan justeres i niveau og hvor underviseren kender pointerne som eleverne skal opnå i løbet af forløbet samt i hvilken rækkefølge eleverne skal præsenteres for pointerne.

Jeg mener, at det er nødvendigt, at have en grundstruktur for hvert undervisningsmodul, der tilbydes, så underviseren fra det uformelle læringsmiljø ikke skal udvikle et specielt designet forløb til hver klasse, hvilket jeg for det første mener, er meget ressourcekrævende. For det andet kan undervisningen blive meget personafhængig, på den måde at forstå, at hvis det f.eks. er underviserne på et museum, som selv står for at udvikle undervisningen til deres egne hold, så afhænger det af den enkelte undervisers kompetencer, og det vil derfor med stor sandsynlighed være undervisning, som kommer til at variere meget fra underviser til underviser. Hvis der i stedet for designes en grundstruktur for hvert undervisningsmodul, hvor der kan justeres i niveauet alt efter hvilke klassetrin, der skal deltage, så er der mulighed for at udvikle og efterfølgende finjustere undervisningsforløbene så de bygger på både erfaringer og undervisningsteori, og ikke kun den enkelte persons fornemmelser for hvad god undervisning indebærer.

Formaliseringen som UVM opfordrer de uformelle læringsmiljøer til at inddrage, vil også på denne måde kunne komme i spil, både ved at der designes undervisningsmoduler, som er didaktisk velovervejede og afprøvede, men også ved at de officielle krav fra UVM kan indarbejdes i modulerne og på den måde gøre det mere synligt for lærerne hvordan undervisningen er relevant, og dermed nemmere kan indgå i et længere forløb på skolen. Endnu en fordel ved at have et grunddesign vil være, at nye undervisere forholdsvis nemt vil kunne blive oplært i forløbene og at læreren, som er brugeren af museet også være sikker på, at hvis han/hun kommer igen nogle år efter med en ny klasse, vil eleverne opnå nogenlunde det samme udbytte. Dermed vil det også umiddelbart være lettere for læreren at designe sin undervisning på skolen, så museumsbesøget indgår som en del af et længere forløb.

Det kan måske lyde lidt som en ”pølsemaskine”, og der kan være en risiko for, at underviseren kommer til at udføre en meget rutinemæssig undervisning. Men jeg mener, at hvis underviseren selv er opmærksom på det og kan rumme at høre sig selv komme frem til og sige de samme pointer flere gange om ugen, vil det, at underviseren kender forløbets rytme, give et større overskud til at være tilstede i undervisningen, og bruge sin energi på at finjustere forløbet i forhold til den aktuelle klasse. Derudover vil der skabes variation for underviseren, så snart, at der er udviklet flere forskellige undervisningsforløb.

Som skrevet i introduktionen kan de uformelle læringsmiljøer opnå *meget* ved at indarbejde UVMS læreplaner i undervisningen og ved at samarbejde med lærere fra skolerne eller gymnasierne når undervisningen designes. Jeg mener ikke, at de uformelle læringsmiljøer skal overtage undervisningsmoduler fra skolerne og gymnasierne, det skal stadig være lærerens overordnede ansvar at eleverne når gennem lærerplanerne. Men hvis undervisningsforløbene i de uformelle læringsmiljøer er designet ud fra UVMs læreplaner, vil det også være mere oplagt for lærerne at inkorporere undervisningen i et forløb.

Det tager selvfølgelig lidt tid at oparbejde en længere række af afprøvede undervisningsforløb, og der er stadig usikkerhed om detailplanlægningen i sådanne undervisningsforløb. Jeg vil i det næste afsnit give mit bud på en teori som evt. kan anvendes til at designe undervisning, som støtter elevens tilegnelse af viden som er officielt anerkendt og dermed konsolideret i samfundet og ofte en del af curriculum.

Teorien om didaktiske situationer

For at få en ramme for designet af undervisningsforløbet Lid&Liv har jeg valgt den franske filosof Guy Brousseaus "Theory of Didactic Situations", Teorien om Didaktiske Situationer, fremover betegnet TDS (Winsløw, 2006). TDS er en model der er udviklet både til design og analyse af undervisning, jeg har valgt at anvende den i mit design, fordi det er en model, som kan anvendes, når den viden eleverne skal opnå, er kendt på forhånd.

TDS giver ingen guidelines for selve detailplanlægningen af undervisningen, og teorien er kognitivt baseret og primært udviklet til matematikundervisning, men jeg har benyttet TDS, som grundlæggende skelet i opbygningen af undervisningens rytme. Jeg har desuden også benyttet de i figur 12 side 46 beskrevne retningslinier, men det vil jeg vende tilbage til i afsnittet om detailplanlægningen af Lid&Liv s. 68.

I følge TDS skal læreren designe et spil og sørge for at eleverne vinder dette spil. Læreren er ansvarlig for spillets indhold og design og skal i gennem spillet re-personliggøre den officielle viden. Spillet kan være et rigtigt spil, men ofte er det et design hvor f.eks. eleverne skal udføre et forsøg og indsamle empirisk data eller et litteraturstudie, der fører til at eleverne søger svar på et givent spørgsmål. Det essentielle er, at spillet leder frem til klare pointer, som eleverne skal lære, hvorved de vinder spillet (Sierpinska, 1999. Lecture 3).

Så formålet med TDS er for så vidt på mange måder enkelt, og vel egentlig det som al undervisning har som hovedformål, da ingen underviser vel forsøger at få eleverne til at tabe!

Spillet i TDS er problembaseret, hvor problemet er, at finde en strategi eller metode til at vinde spillet. Dannelsen af denne strategi sker gennem tilegnelse af ny viden, eller ved at sammensætte gammel viden til ny, og det er det sande udbytte ved at vinde spillet. Eleven har lært noget nyt. Essensen er, at elevernes viden i TDS er udbyttet af spillet, men den viden udgør ikke spillet direkte, og eleverne "leger" ikke med den viden, som det forventes for at vinde spillet (Sierpinska, 1999. lecture 4).

Et godt eksempel er "The race to 20". Eleverne spiller i par, og den første elev starter med at sige tallet et eller to, den anden elev kan så lægge et eller to til, og den der først siger tallet 20 har vundet. Eleverne skal finde frem, til at de vinder spillet, når de har følgende talsammensætning; 2,5,8,11,14,17,20. Vinderstrategien og den implicite læring er, at eleverne gennemskuer systemet, og det bliver deres nye viden, men at de har leget "Race to 20" var bare vejen til at opnå den viden og egentlig underordnet. Det kunne ligeså godt have været et andet spil, der havde givet eleverne forståelse for systemets betydning i matematik.

Det didaktiske spil er bygget op over fem faser: Devolution, handlings-, formulerings-, validerings- og institutionaliseringssituationen. Disse 5 faser indgår ikke nødvendigvis i den nævnte rækkefølge, og faserne kan også indgå flere gange i det didaktiske spil.

De fem faser i TDS er:

- **Devolution**

Devolution betyder, at opgaven og betingelserne for spillet/opgaven præsenteres af læreren, som overgiver det didaktiske miljø til eleverne. Det er lærerens ansvar at overgive opgaven, men elevernes ansvar ligger i, at de har forstået opgaven inden de går i gang med næste fase.

- **Handlingsfasen**

Læreren træder lidt i baggrunden og observerer eleverne, når de går i gang med at løse opgaven. Eleverne arbejder aktivt med at løse problemstillingen f.eks. ved at søge litteratur. Situationen kaldes en adidaktisk situation, fordi eleverne primært arbejder i samspil med det didaktiske miljø uden lærerens indgriben.

- **Formuleringsfasen**

Eleverne danner hypoteser ud fra deres viden på det givne tidspunkt. Læreren vil kunne støtte i denne fase, hvor hypoteser eller problemformuleringer formuleres.

- **Valideringsfasen**

Eleverne vil i denne fase validere de formulerede hypoteser eller problemformuleringer, f.eks. ved at bevise eller afvise hypotesen ved at udføre forsøg. Læreren kan understøtte processen ved at systematisere forsøgene, fremhæve og strukturere diskussioner eller uoverensstemmelser mellem elevernes argumenter og hypoteser.

- **Institutionalisering**

Læreren præsenterer den officielle viden, f.eks. officielle formuleringer, definitioner og formler, som er videnskabeligt anerkendte og dermed institutionaliserede. Elevopgaverne sættes ind i rammen for den officielle viden og begreberne generaliseres. (Sierpinska, 1999. Winsløw, 2006)

Forskerens arbejde består bl.a. i at danne ny officiel viden og måden som både forskeren og eleverne tilegner sig viden er ifølge Christiansen & Olsen (2006) via *”arbejdet med konkrete situationer (ofte i samspil med andre). Skal studenten opnå den læring og ”genopdage” den viden som forskeren er nået frem til, kræver det at der etableres situationer hvor denne (gen)opdagelse kan finde sted”*.

Det didaktiske spil

Carl Winsløw (2006) skriver om TDS, at ny viden opnås gennem to trin *”ved udvidelse af den personlige viden i samspil med en problemstilling eller opgave og ved efterfølgende formalisering til officiel viden, der kan deles med andre”* (Winsløw, 2006, s. 134. linie 24) Der arbejdes altså med to typer af viden; den personlige og rekontekstualiserede officielle viden. TDS beskæftiger sig netop med hvordan undervisningen kan knytte disse to trin sammen og kaldes *”det didaktiske spil”*. Det består i, at læreren skal tilrettelægge undervisningen så eleverne kan re-personliggøre den officielle viden og dermed opnå denne viden som personlig (Winsløw, 2006).

Den officielle viden kan ofte være beskrevet meget abstrakt og være vanskeligt tilgængelig for eleverne og skal derfor dekontekstualiseres så eleverne kan assimilere den og når det sker, rekonstruktualiseres undervisningsfagets elementer, så der igen dannes en sammenhæng for de studerende og dermed en personliggørelse af den tilsigtede viden (Christiansen & Olsen, 2006).

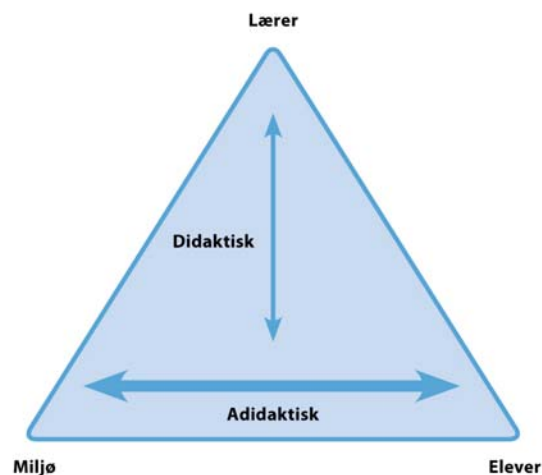
Christiansen & Olsen (2006) skriver således; *”Opfattelsen af viden som ”svar på spørgsmål” peger på et centralt problem i undervisningen. Det vi gerne vil lære de studerende, er selvfølgelig svarene (den tilsigtede viden) – men svar giver jo sjældent mening uden at man kender og forstår de spørgsmål som besvares. Det er altså nødvendigt med en ”rekonstruktualisering” af undervisningsfagets ”dekontekstualiserede” elementer for at det skal give mening for de studerende.”* (Ibid, s. 15).

Dilemmaet ligger i, at den viden som eleverne skal tilegne sig, allerede er kendt og er blevet til et abstrakt begreb uden en kontekst, som eleverne kan forholde sig til. Christiansen & Olsen (2006) skriver at *”et fags centrale begreber, metoder og principper er historisk udviklet i relation til bestemte typer af situationer og problemer.... I lærebøger er dette beskrevet som forholdsvis abstrakt og kan ofte være vanskeligt tilgængeligt for de studerende”*.

Så det handler om, at eleverne skal genopdage den officielle viden og kunne relatere sig til og se en meningsfuldhed med denne viden, hvilket ifølge Christiansen & Olsen (2006) kan ske ved at *”studenten tilegner sig viden gennem arbejdet med konkrete situationer (ofte i samspil med andre). Skal studenten opnå den læring ”genopdage” den viden som forskeren er nået frem til, kræver det at der etableres situationer hvor denne (gen)opdagelse kan finde sted”*. Det essentielle er altså at den rekonstekstualiserede situation skal være relevant for eleverne, da de ellers ikke vil kunne assimilere den nye viden. Denne personliggørelse af viden gør at eleverne kan se relevansen og det meningsfulde med undervisningen (Ibid).

I TDS er det ikke så meget faget som det didaktiske miljø, der er i fokus. Faget kommer i spil i det didaktiske miljø, som består af de materialer der, stilles til rådighed i undervisningen, så det omfatter både det fysiske miljø med artefakter, computere, borde og stole, såvel som materialer som stilles til rådighed i form af problemstillinger. I TDS er der et samspil, der fungerer som en vekselvirkning i det didaktiske system, som består af læreren, eleven og faget (se Figur 13).

Den væsentligste læringssituation er når eleverne har et samspil med miljøet uden lærerens indblanding og tilegner sig den officielle viden ved at arbejde med den pågældende viden i konkrete situationer. Når eleverne arbejder i samspil med miljøet og uden lærerens indgriben, kaldes det en *”adidaktisk situation”* og benævnes også som *”det didaktiske spil”* (Christiansen & Olsen, 2006). I modsætning til dette indebærer den *”didaktiske situation”* at læreren og eleven arbejder i samspil, og læreren kan gå ind og skabe *”kunstige miljøer”*, som er designet så eleverne opnår den tilsigtede viden, hvilket kaldes det *”didaktiske miljø”*.



Figur 13. Viser en oversigt af det didaktiske miljø, som udgøres af og er et samspil mellem læreren, eleverne og rammerne omkring undervisningen. Inspireret af Winsløv (2004)

Oversigten i Figur 14 viser de fem faser i TDS og hvad hhv. lærerens og elevernes roller er, samt hvilken rolle miljøet spiller, og om det er en adidaktisk eller didaktisk situation som finder sted.

	Lærers rolle	Elevernes rolle	Miljø	Situation
Devolution	Igangsætte Afkclare	Modtage og forstå opgaven	Etableres	Didaktisk
Handling	Observere Reflektere	Handle Reflektere	Problemfelt Udforskningsfelt	Adidaktisk
Formulering	Organisere Spørge	Formulere Præcisere	Åben diskussion	Adidaktisk eller ditaktisk
Validering	Lytte Evaluere	Argumentere Reflektere	Styret diskussion, bedømmelse	Ofte didaktisk
Institutionalisering	Præsentere Forklare	Lytte Reflektere	Institutionel viden / officiel viden	Didaktisk

Figur 14. Figuren er hentet fra Winsløv, 2006, s. 140 og er en oversigt af de 5 faser i det didaktiske spil som indgår i Teorien om Didaktiske Situationer (TDS).

Det er interessant at afprøve TDS til at designe et undervisningsforløb i et uformelt læringsmiljø, da dette miljø netop giver mulighed for, at eleverne kan arbejde med konkrete og håndgribelige situationer og samtidig rummer informationer, der kan bidrage til, at eleverne kan konstruere deres viden på egen hånd eller i dialog med andre elever eller undervisere og lærere.

Grundlæggende er vinderstrategien for Lyd&Liv at eleverne assimilerer den officielle viden om fænomenet lyd og havlevende dyrs anvendelse og produktion af lyd. Marsvinene, fiskene, den spættede sæl og den hjemmelavede hydrofon er de autentiske og konkrete situationer og problemstillinger, som eleverne skal arbejde med og udforske for at vinde det didaktiske spil. Jeg vil komme tilbage til hvordan spillet er designet i afsnittet om detailplanlægningen af Lyd&Liv.

Blooms og SOLO taksonomi

I undervisningsforløbet har jeg anvendt Blooms og SOLOs taksonomier. Jeg har anvendt Blooms taksonomi til at give klart udtryk for hvilket niveau jeg forventer eleverne mestrer og de forskellige niveauer er derfor indarbejdet i kompetencerne for Lyd&Liv. Derudover er Blooms og SOLOs taksonomier anvendt i analysen af hvilke kompetencer eleverne opnår ved forløbet, derfor beskrives de to taksonomier her.

Blooms taksonomi bygger på kognitive færdigheder som kommer til udtryk i adfærd, og derfor tages der ikke direkte højde for den viden, der udvikles i samspil med andre. Taksonomien bygger ikke på læringsteori og siger derfor intet om indlæringsrækkefølgen. Pædagogisk kan undervisningen starte på et højere niveau for at motivere eleverne, og derefter inddrage de lavere forståelsesniveauer, som faktisk viden og forståelse.

Bloom har seks kognitive kategorier;

1. Viden
2. Forståelse
3. Anvendelse
4. Analyse
5. Syntese
6. Vurdering

(Herskin, 2004)

Figur 15 giver en oversigt over niveauerne. Niveauerne bygger ovenpå hinanden og det ligger derfor implicit i taksonomien at eleven skal mestre de underliggende niveauer for f.eks. at være på niveau 4. Til disse niveauer kan der knyttes kompetencer, som f.eks. at fortolke eller analysere sammenhænge (Busch et al. 2003), hvilket også fremgår af figuren.

De 2 første niveauer defineres af Herskin (2004) som overfladisk forståelse, hvor de sidste 4 niveauer betegner dyb forståelse. Dolin (2006b) skriver at *”det største skel i Blooms taksonomi synes at være mellem vidensniveauet, som kun kræver anvendelse af hukommelse, og de følgende niveauer der alle kræver højere mentale processer.”* (Ibid, s.335).

Blooms taksonomi					
		Dyb forståelse			
					6. Vurdering
Overfladisk forståelse		3. Anvendelse	4. Analyse	5. Syntese	(Evaluation)
				(Synthesis)	Vurdere "værdien" af et materiale, baseret på (selv) definerede kriterier.
				At sætte dele sammen til ny forståelse, mønstre eller strukturer. Kreativt skabe ny betydning.	Indebærer dele af samtlige 5 niveauer.
				Med den viden som 1-4 har givet skal der skabes et nyt produkt.	
1. Viden	2. Forståelse	3. Anvendelse	4. Analyse	5. Syntese	6. Vurdering
(Knowledge)	(Comprehension, begribelse)	(Application)	(Analysis)	(Synthesis)	(Evaluation)
Udenadslære og faktisk viden.	Forstår teorien men kan ikke bruge den i sammenhænge.	At kunne overføre kundskaber til en ny men lignende situation eller et nyt og lignende problem.	Forstå strukturen af noget, se mønstre, identificere og skelne mellem kendsgerninger og tolkninger.	At sætte dele sammen til ny forståelse, mønstre eller strukturer. Kreativt skabe ny betydning.	Vurdere "værdien" af et materiale, baseret på (selv) definerede kriterier.
At kunne genkalde eller genfortælle indhold f.eks. årstal, navne, metoder teknikker.	At kunne genkalde men også forklare betydningen af noget, klassificere og reformulere med egne ord.			Med den viden som 1-4 har givet skal der skabes et nyt produkt.	Indebærer dele af samtlige 5 niveauer.
Forklare	Forståelse	Erkende	Afdække enkle sammenhænge		

Figur 15. Figuren giver et overblik af de 6 niveauer i Blooms taksonomi, figuren er dannet ud fra Herskin s. 25 (2004); Dolin, (2006b s. 335) samt Isaacs (1996a).

Det laveste niveau i Blooms taksonomi er vidensniveauet, hvor eleven kan huske og kender faktuelle termer, teorier, procedurer og koncepter (se figur 15). Dette niveau kendetegnes af, at eleven kan forklare og genfortælle faktisk viden. På engelsk kaldes dette niveau "knowledge" og oversættes på dansk med ordet "viden". Det skal derfor opfattes på den måde, at eleven har en viden om et emne, men ikke er i stand til at anvende denne viden eller forbinde det med anden viden. Det er f.eks. viden om at marsvin lever i Danmark.

Det næste niveau er forståelse, som går et skridt dybere end den faktuelle viden. Eleven kan forstå faktisk viden og principper og beskrive samt reformulere dem. Der er diskussion om den danske term "forståelse", som er oversat fra det engelske ord "comprehension" i Blooms taksonomi. Den engelske term er rettere et udtryk for, at personen har et begreb om et emne eller en sammenhæng, hvilket ikke behøver at være særlig detaljeret. Termen "forståelse" kan derimod give indtryk af, at personen har en meget detaljeret og sammenhængende viden om et emne.

Når jeg benytter ordet forståelse så skal det opfattes som den engelske term comprehension, så hvis jeg skriver at eleverne udviser forståelse for stoffet, så har de begreb om overordnede sammenhænge eller enkelte detaljer af et emne. Men de har ikke det store overblik samtidig med, at de kan redegøre for samtlige mindre detaljer.

Jens Dolin (2006a) skriver at "Forståelse kan foregå ved omorganisering af eksisterende stof eller ved viderebearbejdning af given viden". (Ibid, s. 144)

Det næste niveau er anvendelsesniveauet. Eleven er her i stand til at genkende, tolke og illustrere. Det springende punkt fra forståelses- til anvendelsesniveauet er, om eleven kan overføre sin viden til en ny situation. Elever som er på dette niveau har derfor opnået en erkendelse af stoffet. Termen erkendelse kan ligesom begrebet forståelse give indtryk af at personen har en virkelig dybtgående forståelse af et emne, og det kan nærmest have et skær af, at personen har været ude for en åbenbaring. Når jeg benytter termen erkendelse, skal det opfattes således, at eleven har opnået et dybere niveau end forståelse, og på dette niveau har en sammenhængende viden og er i stand til at se sammenhænge og overføre sin viden på lignende situationer. Termen erkendelse er kendetegnet ved at være dannet ud fra erfaringsbaseret læring, mht. begrebet erfaring er der to hovedretninger, den ene er at erfaring er noget man gør og den anden er, at det er noget man har. (Dolin 2006a)

Det fjerde niveau er analyseniveau, og eleven kan foruden at mestre de tre forudgående niveauer også forstå strukturen af et emnefelt og se mønstre samt analysere, kategorisere og skelne mellem kendsgerninger og tolkninger (Dolin, 2006b).

De to sidste trin i taksonomien kan være svære at skille ad og Dolin (2006b) skriver *”Det kan nemlig diskuteres hvorvidt vurdering er intellektuelt sværere end syntese, eller om de ikke snarere er på samme intellektuelle trin, men udtryk for to forskellige processer. En syntese kræver at man omarrangerer dele på en ny, original måde, dvs. Det er en kreativ proces.. en vurdering kræver at man sammenligner noget med en standard og bedømmer sammenligningen kritisk. Men det kritiske og det kreative er to lige vigtige, og lige svære, intellektuelle processer.”* (s.335)

Desuden kan det være svært at skelne mellem de tre niveauer; forståelse, anvendelse og analyse og mange undervisere vælger da også at have tre overordnede niveauer; beskrivelse, forklaring og vurdering (Damberg et al. 2006). I mine kompetencebeskrivelser har jeg bevidst benyttet udtrykkene *forklare, forståelse, erkende og afdække enkle sammenhænge* til at beskrive de forskellige vidensniveauer, som jeg forventer eleverne skal være på efter forløbet; det fremgår af figuren hvilke niveauer det svarer til i Blooms taksonomi. Jeg har ikke inddraget de to højeste niveauer ”syntese” og ”vurdering” da jeg ikke vil sætte det som krav, at eleverne kan opnå de dybeste niveauer, da det umiddelbart ikke er muligt, at skabe en ny betydning af fænomenet ”lyd” med mindre der pludselig ændres på de grundlæggende fysiske love. Desuden kræver naturvidenskabelig viden utrolig meget grundviden førend det er muligt, at nå de allerdybeste forståelses niveauer. Jeg benytter desuden også Blooms taksonomi senere hen i min analyse af elevernes udbytte af forløbet.

SOLO, som står for Structure of Observed Learning Outcomes, er en taksonomi som er udviklet af Biggs, (1998) og som afspejler elevens læringsudbytte ved at fokusere på elevens respons og evne til at løse en bestemt opgave. Fokus er dermed på læreprocessens output og SOLO er derfor velegnet til at vurdere elevernes kompetencer (Busch et al. 2003).

”The SOLO taxonomy is based on the study of outcomes in a variety of academic content area (Biggs and Collins 1982). As students learn, the outcomes of their learning display similar stages of increasing structural complexity. There are two main changes: quantitative, as the amount of detail in the student’s response increases; and the qualitative, as the detail becomes integrated into a structural pattern. The quantitative stage of learning occur first, then learning changes qualitatively.” (Biggs, 1998. s. 37)

SOLO-taksonomien har 5 kategorier:

1. Ikke struktureret

Eleven har ikke forstået stoffet og spørgsmål og svar ikke hænger sammen.

2. Ensidig struktureret

Eleven kan identificere og udføre, men eleven behersker kun enkeltdele og fokuserer på ét aspekt som behandles korrekt.

3. Flersidig struktureret

Eleven kan mestre flere aspekter korrekt, men integrerer dem ikke.

4. Relationelt

Eleven har integreret flere relevante aspekter til en helhed og kan se sammenhænge

5. Abstrakt

Eleven generaliserer strukturen til en ny situation.

(Busch et al. 2003 s. 90; Dolin, 2006b, s. 338; Rump, 2007; Isaacs 1996b)

SOLOs taksonomi vil blive illustreret yderligere i afsnittet om analysemetoden s. 103.

Udvikling af kompetencebeskrivelser

I det efterfølgende afsnit fremgår det, hvilke af kompetencerne, som det har været muligt at inddrage i Lyd&Liv. Det er kun de af kompetencerne fra UVMs læreplaner og undervisningsvejledninger, som er relevante for forløbet, der fremgår af figurerne. Der gives også en redegørelse for, hvordan kompetencerne kommer til udtryk i forløbet. De fuldstændige læreplaner og undervisningsvejledninger kan læses på UVMs hjemmeside (UVM 2004a)

På hver af figurerne 4, 5 og 6 (s. 22-24) er det angivet, hvilket afsnit i UVMs læreplan som kompetencen er citeret fra. Kompetencerne for Lyd&Liv fremgår af figur 16 og 17, hvor hhv. nv- og stx-forløbet præsenteres.

UVMs undervisningsvejledninger kan visse steder være vagt formuleret mht. hvilket fagligt niveau eleverne skal opnå, f.eks. benyttes ordet indsigt, uden at det defineres klart, hvad der menes med det: *”hovedvægten skal lægges på brug af fysik som et middel til at skabe naturfaglig indsigt, og fagets mere formelle og matematiske sider nedtones, så undervisningen passer til elevernes forudsætninger.”* (UVM, 2005b). Det har derfor til tider været svært at følge materialet på det punkt. Derfor har jeg mere fokuseret på hvilke overordnede krav UVM har mht. hvad eleverne skal kunne og derudfra har jeg overvejet hvilket niveau, jeg mener, at eleverne vil kunne opnå gennem forløbet.

I kompetencebeskrivelserne for Lyd&Liv har jeg konsekvent holdt mig til termerne;

- *forklare*
- *forstå*
- *erkende*
- *afdække enkle sammenhænge*

Disse termer svarer til niveauerne af Blooms taksonomi og referer til det niveau, som jeg forventer, at eleverne vil kunne tilegne sig kompetencerne på, ved at deltage i undervisningsforløbet. Der er blevet udviklet en taksonomi for Lyd&Liv, som bliver beskrevet på side 103.

Kompetencebeskrivelser for Lyd&Liv

For at få defineret et sæt klare mål for undervisningsforløbet, har jeg opstillet 6 kompetencer for Lyd&Liv. Da forløbet både kan anvendes som NV- og studieretningsforløb mellem biologi C og Fysik C, bliver kompetencerne for begge forløb præsenteret, selvom der ikke var nogen klasse, der afprøvede forløbet på NV-niveau.

Kompetencerne er som allerede nævnt dannet ud fra UVMs lærerplaner og Blooms taksonomi. På side 22, 23 og 24 ses de af kompetencerne fra læreplanerne, som er blevet fundet relevante og meningsfyldte at inkludere i Lyd&Liv, samt farvekoderne som der er blevet tildelt NV-forløbet (rosafarvet), Biologi C (grøn) og Fysik C (lilla).

I kompetencebeskrivelserne for Lyd&Liv er UVMs kompetencer markeret med farvede kasser, som desuden indeholder et tal, som refererer direkte til det relevante afsnit i UVMs læreplan. De fuldstændige læreplaner, kan findes på Undervisningsministeriets hjemmeside (UVM).

	Kompetencer for Lyd&Liv som et nv-forløb	Hvor stammer kompetencerne fra?
Fagligt	<p>Kompetence 1 At eleverne kan opstille en hypotese og en problemformulering og gennemføre de praktiske undersøgelser der skal til for at kunne indsamle de nødvendige data.</p> <p>Kompetence 2 At eleverne forstår hvordan lyd udbredes og hvordan udbredelsen påvirkes af det medie lyden bevæger sig i og at eleverne kan anvende de korrekte faglige begreber.</p> <p>Kompetence 3 At eleverne gennem praktiske forsøg erkender at fisk og havpattedyr producerer lyde og hvilke forskellige frekvenser de benytter sig af og at eleverne erkender at dyr benytter forskellige lyde til fødesøgning og kommunikation, samt hvilke forskellige måder fisk og tandhvaler kan producere lyde på og at eleverne erkender, hvordan hørelsen fungerer hos hhv. mennesket, marsvin og fisk, samt at der er nogle lyde, vi som mennesker ikke kan høre.</p>	<p>Kompetence 1, 2 og 3 er direkte fra afsnit 2.1 i UVMs læreplan (2004a). Eleverne vil anvende modeller, arbejde direkte med et naturvidenskabeligt redskab, som er lydoptagelser og etologistudier (adfærdsstudier).</p> <p>NV (2.1)</p>
Formidling	<p>Kompetence 4 At eleverne kan formidle resultater og elementært fagligt indhold gennem en mundtlig fremstilling og/eller i et skriftligt produkt.</p>	<p>Kompetence 4 referer direkte til afsnit 3.2 i UVMs læreplan (2004a). Jeg har her valgt at det enten skal være en mundtlig eller skriftlig fremlæggelse, da denne del hovedsagligt foregår på gymnasiet efter forløbet og jeg, som tidligere nævnt vil ikke vil diktere hvordan læren planlægger det videre forløb, men kun give retningslinier og gode råd.</p> <p>NV (3.2)</p>
it	<p>Kompetence 5 At eleverne kan benytte et egnet computerprogram til at analysere deres lydoptagelser, samt benytte Word eller Powerpoint til fremlæggelse af data. At eleverne kan benytte måleudstyret og overordnet forstå hvordan det virker.</p>	<p>Kompetence 5 inddrager afsnit 3.3 fra UVMs læreplan (2004a), da eleverne skal benytte et egnet computerprogram både til at optage og analysere lydene fra havpattedyrene. Det er et software program som eleverne skal kunne håndtere for at generere og analysere deres data, hvilket er en traditionel metode indenfor naturvidenskab i dag.</p> <p>NV (3.3)</p>
Samfundsmæssig relevans	<p>Kompetence 6 At eleverne har en forståelse for samfundsmæssige og forvaltningsmæssige problemstillinger der omhandler havpattedyr: Bifangst, pingere støj og plynrede fiskenet. Derudover skal eleverne tage stilling til deres egen holdning til dyr i fangenskab samt argumenterne for og imod.</p>	<p>Kompetence 6 omhandler de samfundsmæssige og forvaltningsmæssige problemstillinger der er forbundet med havpattedyr og hænger sammen med afsnit 3.4 i UVMs læreplan (2004a).</p> <p>NV (3.4)</p>

Figur 16. De små kasser med tallene; (2.1), (3.2), (3.3) og (3.4) refererer til UVMs læreplan for naturvidenskabeligt grundforløb (UVM, 2004a). Det fremgår af figur 4, hvad der står i læreplanen.

Hvis man sammenligner de 6 kompetencer for Lyd&Liv som et NV eller Stx-forløb, vil man opdage, at de er helt ens i formuleringerne. Det hænger sammen med, at jeg har villet lave et undervisningsforløb, som har en grundlæggende struktur, som kan varieres i niveau alt efter hvad det er for elever og forløb, som det skal passe til.

	Kompetencer for Lyd&Liv som et stx-forløb mellem fysik C og biologi C	Hvor stammer kompetencerne fra?
Fagligt	Kompetence 1 Kunne opstille en hypotese og en problemformulering og gennemføre de praktiske undersøgelser der skal til for at kunne indsamle det nødvendige data.	Kompetence 1 Indgår i UVMs læreplaner for Biologi C (2.1) Fysik C (2.1)
	Kompetence 2 At eleverne forstår hvordan lyd udbredes og hvordan lyds udbredelse påvirkes af det medie det bevæger sig i samt at eleverne erkender og kan anvende de korrekte fagtermer og at eleverne kan forklare og forstå forskellen på frekvens (Hz) og lydstyrken (dB).	Kompetence 2 Indgår som del af kernestoffet for Fysik C
	Kompetence 3 At eleverne gennem praktiske forsøg erkender hvordan fisk og havpattedyr producerer og anvender lyde og hvilke forskellige frekvenser de benytter sig af og at eleverne erkender at dyr benytter forskellige lyde til fødesøgning og kommunikation, samt hvilke forskellige måder fisk og tandhvaler kan producere lyde på og at eleverne erkender, hvordan hørelsen fungerer hos hhv. mennesket, marsvin og fisk, samt at der er nogle lyde, vi som mennesker ikke kan høre.	Kompetence 3 Indgår i UVMs læreplaner for Biologi C (2.1) Fysik C (2.1)
Formidling	Kompetence 4 At eleverne kan formidle resultater og elementært fagligt indhold gennem en mundtlig fremstilling og/eller i et skriftligt produkt.	Kompetence 4 Indgår i UVMs læreplaner for Biologi C (2.1) Biologi C (3.2) Fysik C (2.1)
it	Kompetence 5 At eleverne kan benytte et egnet computerprogram til at afdække enkle sammenhænge i deres lydoptagelser, samt benytte Word eller Powerpoint til fremlæggelse af data. Benytte måleudstyret og have en overordnet forståelse af hvad der sker når lyde optages og dermed en forståelse for begreber så som; hydrofon og forstærker. Kunne benytte et passende lydanalyserings program så som: Audacity.	Kompetence 5 Dækker evnen til at forstå udstyret samt benytte computerprogrammer til præsentere data, hvilket er en del af UVMs læreplaner for Biologi C (3.3) Fysik C (3.3)
Perspektivering	Kompetence 6 At eleverne har en forståelse for samfundsmæssige og forvaltningsmæssige problemstillinger der omhandler havpattedyr: Bifangst, pingere støj og plynrede fiskenet. Derudover skal eleverne tage stilling til deres egen holdning til dyr i fangenskab samt argumenterne for og imod.	Kompetence 6 Indgår i UVMs læreplaner for Biologi C (3.1) Fysik C (3.1)

Figur 17 De små kasser med tal refererer til UVMs læreplan for hhv. Fysik C og Biologi C (UVM, 2004b; UVM 2004c). Det fremgår af figur 5 og 6, hvad der står i læreplanen.

I læreplaner for både NV- og Stx-forløbene i biologi C og fysik C, er der nogle gennemgående arbejdsmetoder, som indbefatter at:

- Eleverne skal indsamle og analysere deres eget data og derigennem få en større forståelse for anvendte metoder indenfor naturvidenskab og de skal arbejde projektorienteret og give mundtlige eller skriftlige fremstillinger.
- Eleverne skal opleve, at det ofte er nødvendigt og en fordel at arbejde tværfagligt indenfor naturvidenskabelige fag.

Da det også stemmer overens med mine retningslinier for de uformelle læringsmiljøer, har jeg valgt, at undervisningen skal bygges op omkring tværfaglige mini-projekter, som giver eleverne mulighed for at få hands-on erfaringer med naturvidenskabelige metoder og mulighed for at præsentere deres projekter enten mundtligt eller skriftligt.

Data kriterier og metoder

Både Case A og B fik udleveret det samme materiale, som ligger til grund for analyserne, men der var forskel på hvilket slutprodukt de to cases havde. I dette afsnit vil jeg gennemgå hvilket materiale, som blev udleveret og gøre det tydeligt, hvilke forskelle der var på Case A og B mht. deres svar eller evt. manglende besvarelser.

Tre forskellige undersøgelsesark

Der blev udleveret 3 forskellige undersøgelsesark til eleverne, som blev udviklet til at analysere elevernes udbytte af forløbet.

1. ”Forundersøgelse til undervisningsforløbet Lyd & Lydkommunikation”

Materialet består af fire sider med syv spørgsmål om lyd og havlevende dyrs anvendelse af lyd. Formålet var, at klarlægge elevernes viden om lyd og havpattedyr, inden de ankom til undervisningen på F&B og tanken var efterfølgende, at elevernes svar kunne bruges til at belyse, om de havde flyttet sig fagligt under forløbet (Arket er Bilag C2)

2. ”Evaluering af undervisningsforløbet Lyd & Lydkommunikation”

Materialet består af et spørgeskema, som eleverne fik udleveret i de sidste 10 minutter af undervisningsforløbet på F&B. Dette spørgeskema blev afleveret af samtlige elever inden de forlod F&B. Spørgsmålene omhandler udelukkende undervisningsforløbets funktionalitet og opbygning og derfor er svarene udelukkende blevet anvendt i evalueringen af undervisningsforløbet og som guideline til det re-designede forløb. Elevernes faglighed blev ikke inddraget i denne kvantitative undersøgelse, og de fleste af arkene blev besvaret anonymt. (Spørgeskemaet er Bilag C3).

Elevernes svar fra begge cases er blevet talt op for hvert spørgsmål og der er derefter lavet grafer af den procentvise fordeling for hhv. Case A og Case B.

3. ”Evaluering af udbyttet af undervisningsforløbet Lyd & Lydkommunikation”

Materialet består af er fem sider med tretten spørgsmål om lyd og havlevende dyrs anvendelse af lyd. For at kunne sammenligne elevernes svar med ark 1, omhandlede spørgsmålene de samme emner (Arket er C4).

Det var ikke meningen, at undersøgelsesarkene skulle virke som en eksamenstest for eleverne, så spørgsmålene i både ark 1 og 3 blev udviklet med henblik på at få eleverne til at komme med deres umiddelbare svar og refleksioner, samt bruge deres egne ord til forklaringerne. F.eks. skulle eleverne skrive et svar til et brevkassespørgsmål eller skrive hvilke havlevende dyr, de mente anvender lyd. Ingen af spørgsmålene indeholdt formler eller regneopgaver.

Elevernes besvarelser på ark 1 og 3 blev inddelt i tre kategorier:

1. Under middel, hvis eleven ikke havde besvaret mange af spørgsmålene eller hvis de var forkerte.

2. Middel, hvis eleven havde besvaret stort set eller alle spørgsmål og svaret rigtigt.
3. Over middel, hvis eleven havde svaret rigtigt på samtlige spørgsmål og gav ekstraordinære forklaringer. Ved f.eks. at tegne et mindmap som viste, at eleven havde et godt overblik.

Der var forskel på hvordan eleverne besvarede de to cases.

Case A: Eleverne besvarede alle 3 undersøgelsesark individuelt.

Case B: Eleverne besvarede ark 1 og 3 gruppevis, men ark 2 (spørgeskemaet) besvarede de individuelt.

Forberedelsesmateriale

Som en del af forløbet skulle eleverne vælge et ud af fire forskellige mini-projekt, som de skulle forberede sig på inden de ankom til Fjord&Bælt. Derfor fik deres lærere tilsendt forberedelsesmateriale til de fire forskellige mini-projekter. Materialet bestod af to sider, med nogle få spørgsmål, nogle relevante link til hjemmesider hvor elever kunne starte med at søge inspiration til deres projekt og til sidst skulle eleverne danne en hypotese om deres projekt. Eleverne udfyldte de to sider og deres svar, og eventuelle hypoteser indgår også i min analyse.

Det er vigtigt, at skelne imellem ”forberedelsesmaterialet” og ”forundersøgelsesarket” når de omtales i analyserne. Det er desværre ikke de mest hensigtsmæssige betegnelser, da de nemt forveksles (Forberedelsesmaterialet er bilag C1).

Rapporter, postere og power point præsentationer

Elevernes rapporter, postere og power points er også brugt til evaluering af deres udbytte af undervisningen. Der er lidt forskel på hvilket materiale, som foreligger fra hhv. case A og B.

Case A: Afleverede postere og fremlagde power points. I deres fremlæggelser virkede det som om, at grupperne havde fået nogle instrukser, bl.a. om at give faktuelle oplysninger om den art som gruppen arbejdede med. Derfor spurgte jeg til det i lærerinterviewet (se herom på næste side):

K: jeg lagde mærke til, at de var meget gode til at få facts med, var det noget I havde bedt dem om? De har alle sammen en faktabox med om marsvinet eller sælen.

Biologilæreren: (#...#)

Fysiklæreren: Jo det havde jeg. Jeg havde sagt til dem, at når de laver sådan en poster, så vil jeg ikke se et eneste område, hvor der er hvidt papir. Pladsen skal bruges fornuftigt og den skal fyldes ud og hvis man er i tvivl, -så kan man altid indsætte en faktabox, om at de lever her. Så undgår man også at det bare er formler (Bilag A6).

I følge interviewet fremgår det, at læreren mente, at posteren ikke bare skulle være formler og indirekte fremgår det, at eleverne er blevet bedt om at inkludere faktuelle oplysninger om deres arter og relevante beregninger.

Case B: Afleverede rapporter. Deres biologilærer havde udarbejdet en virkelig flot og god manual til eleverne, som de skulle arbejde ud fra. På den måde fik de en bunden opgave, men med en del frihed (Vejledningen er Bilag B8). Biologilæreren havde lagt vægt på følgende i vejledningen:

Biologilæreren: Jeg kan ikke lige huske hvilke kriterier, der er jo dels det at jeg er ude efter i sådan nogle projekter at de får noget grundvidenskabeligt biologisk viden og så betydningen der ligger jo altså nogle økologiske tilpasninger i at man er tilpasset på en bestemt måde. Altså så det er det jeg er ude efter også. Så der er dels den fysiologiske mekaniske bagved anvendelsen af lyd og dels hvad det betyder for dyrene økologisk. (se Bilag B7)

Interviews

Der blev interviewet både lærere og elever fra begge gymnasier. Eleverne blev videofilmet under interviewene og lærerne blev optaget vha. lydprogrammet Audacity. Materialet er efterfølgende blevet transskriberet. Interviewmetoden bygger på Steiner Kvaales "En Introduktion til det Kvalitative Forskningsinterview" (1994), samt Laila Launsø og Olaf Riepers "Forskning om og med Mennesker (2005). Da interviewne skulle både skulle belyse specifikke spørgsmål og elevernes oplevelser, er det semistrukturerede interview valgt, samtidig med at interviewerens opgave er at være "minearbejder" på den måde at forstå at guldet skal graves frem gennem direkte såvel som indirekte spørgsmål.

Der var lidt forskel på, hvordan eleverne blev udvalgt til interviews.

Case A: Eleverne der blev interviewet, blev udvalgt ud fra deres svar på forundersøgelsesarket. Der blev tilfældigt udvalgt en dreng og en pige fra hver af de tre kategorier; under middel, middel og over middel. I alt blev der interviewet seks elever hvoraf tre var drenge og tre var piger. Eleverne blev interviewet d. 24. Maj 2006.

Case B: Eleverne havde svaret på arkene gruppevis og da det derfor ikke var muligt at skelne de enkelte elevers svar, blev eleverne interviewet gruppevis. De interviewede grupper blev udvalgt tilfældigt.

Der var desuden forskel på hvornår eleverne fra de to cases blev interviewet

Case A: Eleverne blev interviewet d.24. Maj 2006. Grupperne var færdige med deres postere og power point præsentationer, som blev fremlagt samme dag.

Case B: Eleverne blev interviewet d. 15. og 16. Maj 2006. Den første dag havde klassen biologi og eleverne arbejdede med at analysere deres data i gymnasiets computerrum. Den anden dag havde de fysikundervisning. Grupperne var ikke færdige med deres rapporter da de blev interviewet.

Formålet med interviewene og dermed gullet der skulle graves frem, var at klarlægge flg. spørgsmål:

1. Kunne de kende forskel på begreberne lydstyrke og frekvens?
2. Kunne de forklare hvad lyd er og hvordan det udbredes?
3. Hvordan påvirkede det deres indlæring, at de arbejdede med levende dyr?
4. Hvilken del af undervisningen gjorde størst indtryk?
5. Hvordan påvirkede det eleverne, at de var i et andet miljø?
6. Hvad fik de ud af de forskellige dele af undervisningen?
 - Introduktion generelt om havpattedyr
 - Sang
 - Forsøg
 - Hydrofon
 - Teori
 - Data
 - Interaktive indslag i teori

Følgende spørgsmål blev stillet til de elever der blev interviewet:

Spørgsmål om elevernes oplevelse af forløbet:

1. Hvilken del af undervisningen husker du bedst?
2. Hvilket forsøg lavede du?
3. Hvad virkede bedst?
4. Hvad kunne gøres bedre?
5. Var der noget som var specielt svært at forstå?
6. Hvordan oplevede du det at arbejde med levende dyr?
7. Har undervisningen på F&B motiveret dig til at lære om lyd?
8. Hvordan påvirkede det på dig, at det ikke var på gymnasiet at undervisningen foregik?

Spørgsmål til elevernes faglige forståelse:

9. Kan du forklare hvad lyd er?
10. Kan du forklare hvordan lyd udbreder sig?
11. Hvad er forskellen på frekvens og decibel?
12. Hvilke tilpasninger har havpattedyr til livet i havet?

Jeg startede bevidst med spørgsmålene om elevernes oplevelse af forløbet, for at give mulighed for at eleven kunne opbygge tillid.

Lærerinterviews

Alle fire gymnasielærere er blevet interviewet efter at datamaterialet var blevet oparbejdet. Spørgsmålene til lærerne var grundlæggende ens, dog var der nogle enkelte specifikke spørgsmål ang. elevernes afleveringer, som var forskellige i mellem de to cases. Interviewene blev optaget vha. Audacity og derefter transskriberet. Udskrifterne og samtlige spørgsmålene kan ses i Bilag A6 og B7.

Case A.

Lærerne blev interviewet sammen d. 7. Juni 2007. Interviewet varede ca. 2 timer.

Case B.

Lærerne blev interviewet enkeltvis d. 6. Juni 2007 og hvert interview varede ca. 2 timer.

Der blev stillet spørgsmål til lærerne som omhandlede:

- Deres motivation for at deltage i projektet
- Hvordan og hvornår de kunne anvende Lyd&Liv i deres undervisning
- Karakteristik af klassen
- Karakteristika for deres undervisning
- Forløbet på gymnasiet inden klassen ankom til Fjord&Bælt
- Forløbet på gymnasiet efter de havde været på Fjord&Bælt
- Forslag til forbedringer af Lyd&Liv
- Om de oplevede en ændring i elevernes motivation
- Hvorfor der ikke blev inddraget samfundsrelevante problemstillinger
- Hvorfor mange af grupperne ikke havde opstillet hypoteser og hvorfor dem som havde gjort det, generelt ikke besvarede deres hypoteser.

Specielt for case A

- ”Vand er et polært stof”. Hvor har eleverne det fra?
- Hvordan mener du, at eleverne umiddelbart vil tolke et frekvensspektrum?

Specielt for case B

- Afklaring mht. gruppernes analyser af graferne. Fire grupper havde lavet deres frekvensspektre rigtige, men tre grupper havde lavet dem forkert og havde ikke kommenteret deres grafer. En gruppe har jeg kun to sider af rapporten.

Filmmateriale

Samtlige af power point præsentationerne fra Case A og alle elevinterviewene fra både Case A og B blev videofilmet. Materialet blev efterfølgende transskriberet og anvendt i analysen af grupper såvel som elevernes kompetence niveauer.

Begge cases blev videofilmet imens de var på Fjord&Bælt. Materialerne herfra er primært blevet anvendt til at få et overblik efter Case A mht. elevernes reaktioner og til at redigere små korte film, som er blevet anvendt på konferencer og ved andre præsentationer, for at illustrere hvilke elementer der indgik i undervisningsforløbet. (Disse film kan ses på vedlagte CD. Bilag D4). Det var ikke den samme fotograf, som filmede de to cases. Ved Case A var det en professionel fotograf, som var blevet bedt om at fokusere på reaktionerne hos eleverne, samt indholdet i forløbet. Ved Case B var det en frivillig medarbejder fra Fjord&Bælt som hjalp til under forløbet. Da der ikke var opstillet klare definitioner og da der var stor forskel på metoden ved de to Cases, er dette materiale ikke blevet inddraget systematisk i analysen.

Metode kritik

Studiet kan først og fremmest kritiseres for at jeg både har stået for designet af undervisningsforløbet, udarbejdelsen af evalueringsmaterialerne, interviewene af eleverne og lærerne, udarbejdet analysemetoden, analyseret elevernes materialer og samtidig været underviseren på de to test forløb på Fjord&Bælt. Jeg har konstant været opmærksom på dette både i min data indsamling og i mine analyser. Jeg overvejede at få en anden person til at udføre interviewene, da min blotte tilstedeværelse ville frembringe associationer fra dagen hos eleverne og dermed påvirke deres svar, men det blev vurderet, at, ved at opfordre eleverne til at være ærlige i deres udtalelser, ville jeg personligt bedre kunne stille yderligere uddybende spørgsmål end en udefra kommende interviewer. Mht. den efterfølgende analyse af materialerne har jeg udviklet en taksonomi for Lyd&Liv, for at gøre analyserne så objektive som muligt.

Med hensyn til selve designet af undervisningsforløbet vil det aldrig kunne være reproducerbart. For det første afhænger ideerne og opbygningen af undervisningen af designeren. Hvis en anden person havde designet et tværfagligt forløb om lyd og biologi, ville det nok have set helt anderledes ud. Det giver derfor ikke mening at tale om at det skal være reproducerbart og dermed pålideligt.

Pålidelighed

”Pålideligheden af en undersøgelse fortæller noget om, hvorvidt andre ville få samme indsigt som forskeren og ville vurdere og tolke situationen på samme måde som forskeren gør” (citat fra Jensen, 2007) (Booth,1992).

For at analyserne af hvilke kompetencer eleverne har udviklet, skulle være så objektive som muligt, er der blevet udviklet en velbeskrevet taksonomi for Lyd&Liv, der beskrives på side 103.

Jeg har bedt 3 kolleger fra Institutet for Naturfagernes Didaktik om at udføre en analyse på en tilfældigt udvalgt gruppe. De fik udleveret materialerne fra gruppe 2 fra Case B samt analyseafsnittet fra rapporten. Uafhængigt af hinanden fik vi stort set det samme resultat og vurderede gruppen ens. Jeg vil uddybe deres resultater på side 111. Der var små afvigelser i forhold til min analyse, men det var hovedsagligt grundet fortolkningsspørgsmål mht. gruppens analyse af grafer og skriftlige præsentation.

Jeg har derudover fået en speciale studerende fra SDU til at udføre en analyse af en anden tilfældigt udvalgt gruppe. Denne studerende laver speciale om spækhuggeres lydkommunikation, og har derfor kompetencer både inden for biologi og bioakustik.

Ud fra deres analyser viser det sig at analyserne er repræsentative og reproducerbare.

Gyldighed

Gyldigheden af et studie ”er et udtryk for i hvor høj grad man rent faktisk tester det man gerne vil undersøge det vil sige, at ens metodik er anvendelig til det ønskede formål”(citat fra Jensen, 2007) (Booth,1992).

For at belyse hvordan et uformelt læringsmiljø kan understøtte et tværfagligt gymnasieklasse forløb samt hvilke kompetencer eleverne kan opnå, er der blevet anvendt triangulering, da problemstillingerne både belyses via interview, elevernes produkter, undersøgelsesark (i form af spørgeskemaer, og 2 ark med specifikke spørgsmål om lyd og havlevende dyr), samt videooptagelser af elevinterview og undervisningen på Fjord&Bælt. På den måde belyses problemstillingen fra flere vinkler og materialerne supplerer hinanden hvis det f.eks. ikke fremgår af undersøgelsesarkene om eleverne kan analysere grafer, bliver det belyst i deres præsentationer og gennem interview.

Der er nogle svagheder i designet som skal fremhæves:

- Kategorierne i spørgeskemaerne er opdelt i seks kategorier, hvor de to midterste minder rigtig meget om hinanden, derfor vil elevernes meninger være lidt uklart opdelt. Jeg har dog valgt at bibeholde disse kategorier.
- Begge klasser havde fået undervisning om lyd i fysik på gymnasiet og eleverne fra Case A havde fået lidt undervisning om hørelse hos mennesket i biologi. Derfor blev det for svært at skelne imellem hvad de havde lært på F&B og hvad de havde fra gymnasiet. I stedet er der lagt vægt på elevernes udbytte af hele forløbet og om de har opnået de 6 kompetencer.
- Oprindeligt var det meningen at undersøgelsen også skulle have belyst om eleverne havde flyttet sig fagligt igennem forløbet, derfor blev de testet både inden og efter forløbet. Men både på grund af et de havde fået undervisning inden og fordi nogle af besvarelserne er mangelfulde har det ikke været muligt at drage nogen konklusioner ud fra den tilsigtede metode vha. et evaluerings ark før og efter forløbet på F&B. En sådan analyse vil også give mere mening hvis undersøgelsen vil belyse hvordan eleverne har flyttet sig i stedet for om de har opnået specifikke kompetencer. En metode til at gøre det, kunne være at lave interviews inden, under og efter forløbet. Men det er meget tidskrævende og ligger uden for dette projekts tidsramme.
- Det skal bemærkes at Case A anvendte Lyd&Liv som et AT-forløb, da det officielt fra UVM er meningen at et AT-forløb skal være et samspil på tværs af de 3 faglige hovedområder som beskrevet på side 19. Derfor er der ikke udarbejdet kompetencemål for Lyd&Liv som er tilsigtet et AT-forløb. Jeg udarbejdede derfor også en kompetencebeskrivelse for et AT-forløb. Det viste sig efterfølgende at de var i overensstemmelse med kompetencebeskrivelserne for et tværfagligtforløb mellem Biologi C og Fysik C og den indbyggede tværfaglighed som kommer til udtryk i Lyd&Liv ikke kan ændres meget. Desuden var det klassens fysik og biologi lærere som deltog og valgte jeg derfor at holde mig til kompetencebeskrivelsen for det tværfaglige forløb.

- Det blev desuden overvejet at inddrage en eller flere referenceklasser, som kun modtog undervisning på gymnasiet og ikke kom ud på Fjord&Bælt, for på den måde at gøre det muligt at vurdere hvilken effekt forløbet på Fjord&Bælt havde på eleverne. Men det blev vurderet, at der ville være for mange variable, som ville kunne have indflydelse på resultatet og at det ville være for svært at teste med sikkerhed, at det var elevernes deltagelse på Fjord&Bælt, som gjorde en forskel. Bare de to klasser som undervisningen er blevet testet på, er grundlæggende meget forskellige og det ville være vanskeligt, at finde 2 klasser som mindede om dem mht. sammensætningen af fag, socialt samspil og lærere. Derfor er det også vanskeligt at drage direkte sammenligninger mellem de to klasser. Det er desværre ikke som med agarplader, hvor man i laboratoriet kan sætte bakteriestammer til at vokse og udsætte dem for bestemte stoffer der skal testes og holde enkelte faktorer konstante og variere andre.

Undervisningsforløbet

Mikrodidaktisk niveau

Dette kapitel vil beskæftige sig med det didaktiske ingeniørarbejde, som betegner det arbejde hvor didaktikeren bygger sine argumenter på videnskabeligt arbejde, men samtidig skal forholde sig til og takle problemer som videnskaben endnu ikke har klarlagt (Artigue, M. 1994). Lyd&Liv er derfor indbegrebet af didaktisk ingeniørarbejde. Dette kapitel vil beskæftige sig med det mikroskopiske niveau af det aktuelle undervisningsforløb.

Den oprindelige struktur af undervisningsforløbet, fremgår af figur 18. Efterfølgende bliver hver del af forløbet gennemgået både mht. indhold og hvordan de forskellige faser af TDS (se s. 48) og retningslinierne (se figur 12 s. 46) indgår, samt de didaktiske overvejelser bag de forskellige elementer i forløbet. Til sidst gives en oversigt af hvordan del elementerne i undervisningen tænkes at understøtte udviklingen af de 6 kompetencer hos eleverne. Derefter evalueres det oprindelige undervisningsforløb og elementerne i det re-designede forløb beskrives og forklares.

Detailplanlægningen af Lid&Liv

Det oprindelige program for undervisningsforløbet fremgår af figur 18. I starten hed undervisningsprogrammet ”Lyd & Lydkommunikation”. Det er blevet ændret undervejs til ”Lyd & Liv”. Derfor vil dette tidligere navn forekomme visse steder i beskrivelsen, men det skal ses som synonym for ”Lyd & Liv”.

Ved hjælp af det oprindelige program for undervisningsforløbet, kan læseren danne sig et overblik af indholdet, derefter vil det umiddelbart være lettere, at forholde sig til den følgende argumentation for opbygning og indhold i undervisningen.

TDS danner skelettet i forløbet, ved at eleverne skal tilegne sig officiel viden gennem praktiske forsøg, som gør det muligt for eleverne at rekontekstualisere den officielle viden og personliggøre denne viden.

Emnet havlevende dyr og lyd er valgt, fordi det er noget eleverne umiddelbart vil kunne relatere sig til og fordi det er et tværfagligt emne. Analysemetoden som eleverne vil anvende til at behandle deres data (lydfilerne fra dyrene) er eksemplarisk, på den måde at forstå at metoden anvendes bl.a. også til at analysere fuglesang og ekkolokeringssignaler fra flagermus. Det eksemplariske i projektarbejdet er netop vigtigt, da der er en stoftrængsel som Ulriksen (1997) skriver, så gælder det ”*med andre ord om i løbet af sit studie, at lære at finde det væsentlige, der kan eksemplificere det pågældende stofområde*”.

Havpattedyrene blev desuden bevidst valgt i et forsøg på at få pigerne til at interessere sig for emnet (se s.10), da mange piger er fascineret af delfiner og havpattedyr generelt. Jeg har ikke videnskabeligt belæg for denne antagelse, men tror mange vil give mig ret og det vil være interessant at få det belyst videnskabeligt, om havpattedyr kan påvirke pigernes lyst til at lære fysik.

TDS danner også basis i og med, at der bevidst bliver varieret mellem didaktiske og adidaktiske situationer, med hovedvægt på det adidaktiske. Desuden inddrages retningslinierne mht. de uformelle læringsmiljøer og der tages højde for at undervisningen skal bygge på samspillet i mellem de tre dimensioner indenfor konstruktivistisk læringsforståelse.

Det blev valgt at udelade arbejdsark, fordi eleverne arbejdede med deres mini-projekter og derigennem ville komme til at lave observationer og senere hen lave et skriftligt produkt.

Gymnasielærerne var med fra starten af designperioden, for at fremme samarbejdet mellem de formelle og uformelle læringsmiljøer og for at trække på deres erfaringer med det praktiske arbejde med den nye gymnasireform. Det første møde blev holdt d. 25. Januar 2006. Sparringen med gymnasielærerne har også haft indflydelse på detailplanlægningen, specielt mht. niveauet af forløbet. Lærerne var yderst engagerede, fleksible og åbne for nye ideer og initiativer. Undervisningsforløbet blev derfor designet, så det kunne styrke samarbejdet mellem de to undervisningsmiljøer.

Fysiklæreren fra Case B sagde således om sin motivation for at engagere sig i projektet: *"Jeg er drevet af et ønske om at få åbnet faget op til omverdenen, og jeg kan ikke huske, at jeg har sagt nej til noget samarbejde. Jeg synes netop, at det her lyd og liv er noget, som Jørgen og jeg har talt om i mange mange år. Det var så første gang, at du så kom springende ind i det og dels så havde vi så muligheden, at pensum kunne flyttes rundt i lige præcis den klasse, så gav det så også teknisk mening. Men ønsket om at få fysikken ud i verden, var det der drev mig og arbejde tværfagligt, det elsker jeg."* (se bilag B7).

Biologilærerne fra Case B sagde følgende: *Altså det her projekt, som du lavede der, det er jo SÅ oplagt til det her 2. semester forløb, hvor de har fysik, hvor de netop har om bølger. Men det er næsten også den eneste mulighed, for det er der, hvor vi har dem på stamklasse niveau. Men der kunne sikkert også laves alt muligt andet også. Jeg har flere gange haft 3. års elever, som har lavet opgaver ude på Fjord&Bælt centret, så på det niveau kunne det også sagtens laves.* (se bilag B7).

Biologilæreren fra Case A sagde: *Jo min motivation det var, at jeg har været på F&B i gennem flere år med mine universitetshold og kender folkene lidt derude og jeg har altid forsøgt, at arbejde tværfagligt. Jeg synes det er spændende og jeg synes ikke at det er rimeligt, at de oplever verden sådan med fokus på kun 1 fag. Man kan ikke skille verden ad og det kan vi være nødt til i undervisningen, men ude i den virkelige verden hænger det jo ikke sådan sammen. Så kendte jeg Klaus og vi arbejder godt sammen og det var jeg selvfølgelig ikke i tvivl om, at det skulle vi med på.* (se bilag A6).

Oprindeligt program for undervisningsforløbet. Case A.	
Tid afsættes af gymnasielæren	<p>Forberedelse på gymnasiet Eleverne bruger tid på at vælge et projekt og sætte sig ind i baggrunds materialet. De kan vælge mellem 4 projekter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marsvin 2. Spættet sæl 3. Grå knurhane 4. Byg din egen hydrofon
9.00-9.30 30 minutter	<p>På opdagelse i udstillingen Der er afsat tid til at eleverne kan se udstillingen på F&B på egen hånd.</p>
9.30-9.40 10 minutter	<p>Præsentation og velkomst Undervisningen starter på F&B.</p>
9.40-10.10 40 minutter	<p>Stemmers interaktioner i undervandstunnellen Eleverne skal opleve deres egen og de andres stemmer og introduceres for computerprogrammet Audacity som skal bruges til lydoptagelserne og analysen.</p>
10.10- 10.55 45 minutter	<p>Miniprojekter: Eleverne udfører deres mini-projekter. Hvilket kan være lydoptagelser af dyrene eller produktion af en hydrofon.</p>
10.55 -11.15 20 minutter	<p>Frokost</p>
11.15-11.45 30 minutter	<p>Fælles opsamling og teori Hele klassen samles og der bliver samlet op på deres forsøg og teorien om bl.a. lyds udbredelse, havpattedyrs anvendelse af lyd og forskellige samfundsmæssige problemstillinger.</p>
11.45-12.50 1 time & 5 minutter	<p>Data behandling i grupper Grupperne får installeret computerprogrammet SigPro som de også skal anvende til at analysere deres lydfiler. Hver gruppe får udleveret en manual og starter på at analysere deres optagelser. De kan også få hjælp af underviseren og deres lærere. Grupperne anvender også Audacity.</p>
12.50-13.00 10 minutter	<p>Kort pause</p>
13.00-13.30 30 minutter	<p>Etisk diskussion og afrunding I starten af dagen blev eleverne bedt om at skrive deres etiske holdning til dyr i fangenskab. Fordele og ulemper diskuteres.</p>
Tid afsættes af gymnasielæren	<p>Efterbearbejdning på gymnasiet Grupperne arbejder videre på gymnasiet med at analysere deres data og der ender ud med at lave en præsentation af deres projekt.</p>

Figur 18. Oprindeligt program for undervisningsforløbet. Dette forløb blev afprøvet på Case A.

Forberedelse på gymnasiet, inden besøg på F&B

Eleverne skulle vælge et miniprojekt, have læst materialet om havpattedyr/fisk, samt besvaret spørgsmålene i forberedelsesmaterialet og forundersøgelsen samt dannet en hypotese, inden de ankom til F&B.

Ifølge mine retningslinier mht. uformelle læringsmiljøer skulle undervisningsforløbet indgå som en del af et større forløb på gymnasiet, og eleverne skulle arbejde i grupper. Derfor blev det valgt, at udsende materialer til klassens faglærere inden forløbet. Faglæreren på gymnasiet havde ansvaret for, at eleverne valgte et mini-projekt, at der blev dannet grupper og at eleverne kom i gang med deres mini-projekter. Faglæreren skulle dermed devoluere opgaverne, observere eleverne i handlingsfasen og efterfølgende støtte dem i formuleringssituationen. I handlingsfasen skulle eleverne arbejde selvstændigt i grupper for at finde information, så de kunne besvare spørgsmålene i forberedelsesmaterialet og danne en hypotese. Det var op til den ansvarlige faglærer at planlægge hvor meget tid, der kunne afsættes og i hvilken lektion, eleverne skulle arbejde med materialerne.

Følgende materialer blev tilsendt via email til klassens lærere:

- Forberedelsesmaterialet som bestod af korte beskrivelser af miniprojekterne og nogle få spørgsmål til eleverne og links til relevante hjemmesider så eleverne ud fra det skulle være i stand til at danne en hypotese om deres mini-projekt (se Bilag C1).
- Kortfattet manual om hvordan det forventes, at eleverne opfører sig omkring dyrene og hvordan måleudstyret virker og forholdsreglerne ved at arbejde med det dyre udstyr (se Bilag C6).
- Forundersøgelsesark (se Bilag C2).
- Formelsamling (se Bilag C5)

Forundersøgelsesarket blev udleveret i forbindelse med dataindsamlingen til dette projekt og det er derfor ikke hensigten, at det skal udleveres i fremtiden, hvis undervisningsforløbet skal blive en del af Fjord&Bælts undervisningstilbud.

TDS:

Det blev desuden diskuteret meget bl.a. med gymnasielærerne hvorvidt eleverne skulle have undervisning om lyd på gymnasiet, inden de kom til Fjord&Bælt. Ifølge TDS skulle eleverne arbejde selvstændigt med en konkret situation, som omhandlede fænomenet lyd for derigennem at konstruere deres egen viden, og i princippet skulle de derfor først præsenteres for teorien til sidst i forløbet ved valideringen og institutionaliseringen. Men fænomenet lyd er kompliceret at erkende og det blev derfor vurderet, at eleverne ville være bedre stillede, når de kom til Fjord&Bælt, hvis var blevet introduceret til begreber såsom frekvens og lydstyrke. Derfor blev det til sidst besluttet, at eleverne blev introduceret til fænomenet lyd på gymnasiet af deres egne fysiklærere og i vante omgivelser, hvilket kan ses som en devolution til handlingen på F&B. Case A fik desuden lidt undervisning om hørelse hos mennesket (se figur 21 om karakteristika for Case A og B side 84).

På opdagelse i udstillingen

30 minutter

Jævnført mine retningslinier figur 12 side 46 fik eleverne tid til, at få stillet deres nygerrighed, når de ankom til centret. De fik en halv time på egen hånd i udstillingen, hvor de frit kunne gå rundt og undersøge stedet. Dette blev planlagt således, at det gav eleverne mulighed for at se eventuelle fodringer af sæler og marsvin.

TDS:

Denne fase indebærer ingen af TDS faserne direkte. Men eleverne har frihed til at søge informationer på centret ang. deres projekt, hvis de vil. De kan også bruge tiden til at orientere sig i udstillingen, hvilket indgår som et punkt i retningslinierne.

Præsentation og velkomst

Ca. 10 minutter. I undervisningsrummet

Underviseren starter med at præsentere sig selv og byde velkommen og giver derefter en kort skematisk gennemgang af dagens program.

Eleverne får på den måde en struktur for dagen og hvad de nogenlunde kan forvente, der skal ske. Underviseren spørger derefter, om der er nogen spørgsmål fra eleverne til ting, de har set eller oplevet på F&B eller noget de har tænkt på inden de ankom.

I starten af undervisningsforløbet er det vigtigt at få opbygget et tillidsforhold mellem eleverne og underviseren og desuden give eleverne et overblik af dagens struktur. Ved at give eleverne plads til at stille spørgsmål, skulle de få mere tillid til underviseren. Det kræver dog, at underviseren kan svare på spørgsmålene, så eleverne oplever, at det er en fagligt kompetent person, de skal arbejde sammen med igennem dagen.

TDS:

I denne fase sker der en svag grad af devolution, hvor F&B underviseren i grove træk indleder dagens opgaver.

Stemmers interaktioner i vandtunnelen

40 minutter i undervandstunnelen

Gennem sang og kropsøvelser skulle eleverne blive mere bevidste om deres egen og de andres stemmer. De blev samtidig introduceret til computerprogrammet Audacity, som de skulle bruge senere til at optage og analysere dyrelydene. Da jeg ikke selv er den store sanger, kontaktede jeg stemmeterapeut Mariane Bagger Eriksen fra stemmeateljéet (Stemmeateljéet) som blev meget interesseret i projektet. Hun deltog både ved Case A og B. Eleverne startede i en stor gruppe med at sige forskellige vokaler. De skulle høre og samtidig mærke forskellen på deres strubebånd og mave, imens de sagde lydene. Derefter skulle de gruppevis optage en af gruppens stemmer på computeren vha. Audacity.

Pointen med denne del af undervisningsforløbet var at eleverne skulle erkende og sanse gennem deres egen krop, at lyde ikke kun kan dannes med stemmen men med hele kroppen, og at forskellige vokaler har forskellige frekvenser. Ilsted & Schilhab (2002) og Schilhab, et al (2007) mener, at det er vigtigt, at få kroppen aktivt med i undervisningen, hvilket jeg er meget enig i. Derfor har jeg valgt, at få eleverne til at synge og på den måde få dem til opleve lydene i kroppen og sanse, at lyde har forskellige frekvenser. Desuden kan sang og kropsøvelser gøre, at eleverne bliver mere nærværende og ikke bare passive tilhørere.

En anden pointe er, at eleverne ikke forventer, at de skal lave sådan en øvelse, hvilket kan tænkes, at skærpe deres opmærksomhed overfor hvad der ellers kan komme af nye uforudsete oplevelser, som de ikke vil gå glip af. Øvelsen kan også resultere, i at nogle elever vil være lidt skeptiske overfor denne øvelse i starten, da det kan være grænseoverskridende for nogen at bruge sin stemme på denne måde. Derudover er det en "jeg-orienteret" opgave som inddrager den enkelte elev personligt, ifølge Ulriksen (1997) øges motivationen når eleverne oplever at de er centrum i undervisningen.

Denne øvelse er ikke nødvendigvis bundet til F&B og kunne godt laves på gymnasiet, men fordi emnet handler om lyd, er elevernes egne stemmer en god indgangsvinkel til emnet. Desuden mener jeg, at det er meget utraditionelt at synge i fysiktimerne på gymnasiet og det vil derfor sjældent være den indgangsvinkel eleverne oplever, når de lærer om lyd i fysiktimerne.

Den sidste pointe mht. til denne del af undervisningen er, at computerprogrammet Audacity bliver præsenteret for eleverne, når de skal optage deres sang. Dermed har de allerede stiftet bekendtskab med det, når de skal til at arbejde med det senere. Det er meget simpelt at anvende optagefunktionen på programmet og jeg tænker, at de dermed får en følelse af, at de kan overskue programmet og anvende det, hvilket er en god start til senere, når de skal til at lave deres lydanalyser. Eleverne vil også se lydfilerne på skærmen imens de bliver optaget, og dermed kobles deres lyd direkte til et puls udslag på et skærmbillede.

TDS:

I denne fase sker der er en devolution, hvor underviseren introducerer og guider eleverne i opgaven. Eleverne går derefter over i en handlingsfase og udfører opgaven i samarbejde med underviseren fra F&B. Dette sker flere gange i undervisningsforløbet.

Mini-projekter

45 minutter. I undervisningsrummet og ved forsøgene

I tunnellen blev der givet en fælles introduktion til udstyret, bestående af en hydrofon, en forstærker og en computer. Materialerne til optagelserne var opstillet på forhånd og eleverne fik et observationsark, hvor de bl.a. skulle tegne forsøgsopstillingen og skrive deres hypotese.

Eleverne blev gjort opmærksomme på forholdsreglerne ved brug af udstyret og deres adfærd omkring dyrene, bl.a. blev det pointeret, at de skulle bevæge sig ekstremt roligt ved alle forsøgsopstillingerne, pga. de levende dyr og at de ikke måtte træde på hydrofon kablerne.

Eleverne kunne vælge mellem følgende mini-projekter:

Grå knurhane (*Eurigla gurnardus*)

Aktiveres ved fodring (territorial adfærd).

Lydorgan: Svømmeblære (se Bilag D1).

Forslag til forsøg:

Knurhaners territorial adfærd i forbindelse med fodring. Fiskene går i et akvarium i et stykke tid inden forsøget, så de kan vænne sig til deres omgivelser. Det er en god idé at holde fiskene lettere sultne. Eleverne skal gerne optage banke, grynte og knurre lyde fra fiskene under fodringen.

Netop denne art er valgt til mini-projekterne, da jeg i 2005 på Danmarks Akvarium oplevede, at det er en fisk som meget konsekvent udsender lyde, når de fodres. På Danmarks har vi altid mellem 3-6 grå knurhaner gående i den faste udstilling og når de blev fodret, var det sikkert, at de producerede lyde.

Marsvin (*Phocoena phocoena*)

Aktiveres i samarbejde med en træner (buzz og ekkolokering).

Lydorgan: Blæsehul, luftsække og melon (se Bilag D1).

Forslag til forsøg:

1. Objekt eksperiment. Marsvinet skal finde et objekt, hvilket kan være en hydrofon. Eleverne skal gerne opnå buzz-lyde. Hydrofonen holdes foran hovedet på et marsvin.
2. Objekt registrering på afstand (imiteret byttefangst). Marsvinet skal finde et objekt på afstand, fx. fra den ene ende af bassinet til den anden. Eleverne skal gerne opnå buzz-lyde, men med forskellige amplitude svingninger og interval ændringer afhængigt af, hvor tæt marsvinet er på hydrofonen.

Marsvinene er trænet til at producere klik og buzz lyde til en hydrofon, samt finde et objekt på afstand.

Spættet sæl (*Phoca vitulina*)

Aktiveres i samarbejde med en træner (høje gryntelyde).

Lydorgan: larynx.

Eleverne må desværre ikke selv være tæt på sælerne, da der er risiko for, at de bliver bidt, men de kan stå meget tæt på og være beskyttet af et hegn og stadig foretage lydoptagelserne.

Forslag til forsøg:

1. Parringsadfærd for spættet sæl. Parringssæsonen hos sæler involverer ofte en lang række forskellige lyde, både for at tiltrække hunner, men også for at markere eller danne et territorium. Hansælen, Svante, er trænet til at ”gø”, lave bobler under vand og klaske sine luffer i vandoverfladen (se Bilag D1).

Byg din egen hydrofon:

Det er simpelt og tager ca. 1 time at bygge sin egen hydrofon. Pointen er, at eleverne åbner den ”sorte box” og finder ud af hvad hydrofonen består af og derigennem kan opstå dialoger om hvordan lydtryk påvirker de keramiske elementer og eleverne dermed bedre får skabt erkendelsen af at lyd udbreder sig som trykbølger.

Når hydrofonen er færdig, kan den kobles til en forstærker og en højttaler, og det kan undersøges, om der kan høres noget. Evt. kan hydrofonen kalibreres, hvilket vil være mest korrekt for at få et mål for følsomheden, men kalibreringen kan tage tid.

Materialer til den hjemmelavede hydrofon:

- Piezokeramiske elementer (Ferropem A/S)
- Ledning
- Loddekolbe
- BNC Stik
- Majsolie eller lign. Olie
- Plastikbeholder med skruelåg

I princippet kan eleverne lave hydrofonen på gymnasiet, men ikke alle gymnasier har materialerne eller ideen til at lave dem. Desuden vil jeg mene, at eleverne kunne være mere åbne for at tage viden ind, når de er på Fjord&Bælt, da de konkret kan se hvordan det professionelle udstyr bruges enten kort tid efter eller lige inden, de har lavet en hydrofon. Eleverne står med selve materialerne fra hydrofonerne og derfor kan det være med til, at de forstå hvad der egentlig er indeni, det ellers sorte plastikdækkede hylster, som de professionelle hydrofoner er. Når eleverne arbejder med materialerne til en hydrofon, skulle det gerne åbne hydrofonens ”sorte box” og dermed at skabe forståelse for det udstyr, som de benytter til dataindsamlingen på F&B. De piezokeramiske stykker, som blev benyttet til projektet, blev sponsoreret af Ferropem.

Hold deling under mini-projekterne				
Case A	Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4
45 minutter til forsøgene	Marsvin	Fisk	Hydrofon	Spættet sæl

Figur 19. Hver af de 4 grupper fra Case A fik 45 minutter ved udførelsen af deres mini-projekter

Alternativt projekt. Støj i Kerteminde havn

Dette mini-projekt blev overvejet, men blev ikke udbudt. Projektet ville gå ud på at eleverne skulle måle støjen i Kerteminde havn før og efter, at en underviser fra F&B ville sejle forbi gruppen i en gummibåd. Andre både kunne også inddrages, afhængig af om de sejlede forbi på det rigtige tidspunkt.

Forslag til forsøg:

1. Hvad er forskellen på lyd i vand og i luft?
2. Kan luftbobler mindske lydtransmission i vand? Akvarium tilkobles højttaler. Fra bunden af akvariet kan der bobles luft op, så der dannes en luftboble væg. Lyden måles før og efter luftboblerne. Det kan også være, at der er mulighed for at benytte det store bobbelnet ved marsvinebassinet.

Mini-projektet om støj ville være meget relevant og samfundsrelateret. Der er mange støjklender under vand, som der er ved at blive skabt fokus på (se Bilag D1). Mini-projektet, blev testet i havnen inden undervisningsdagen, men pga. for lidt udstyr og logistik blev det valgt fra. Hver gruppe skulle have en hydrofon, en forstærker og en computer for at kunne optage lyde i vandet. Gruppen som skulle optage ved marsvinene skulle desuden benytte en speciel computer fra SDU, som kan optage højfrekvent lyd.

Eleverne havde aldrig håndteret udstyret før og derfor ville de få brug for hjælp til lydoptagelserne. Vi var to undervisere til at hjælpe samtlige grupper, og den ene underviser skulle primært være indendørs for at hjælpe grupperne, der lavede hydrofoner og fiskeforsøget, imens den anden underviser var udendørs for at hjælpe med lydoptagelserne ved sælerne og marsvinene. De to sidstnævnte forsøg kunne ikke foretages samtidig, da det krævede, at en af trænerne var til stede og derfor ville der gå lang tid førend underviseren, ville kunne hjælpe gruppen med støjforsøget, da de ville være udenfor centret. Derfor valgte jeg, at holde mig til fire mini-projekter og ikke udbyde dette forsøg. Desuden er forsøget også afhængig af, om der sker noget i havnen, hvis det skal kunne bidrage til en diskussion om støjforurening. Hvis en underviser fra F&B skulle sejle forbi i en gummibåd for at producere støj, ville det igen tage tid fra de andre projekter.

Generelt om mini-projekter

I mini-projekterne arbejder eleverne praktisk og projektorienteret. Eleverne havde i forberedelsesfasen mulighed for, at vælge et projekt, sætte sig ind i baggrundsstoffet og danne en hypotese, som de kunne arbejde ud fra. I følge retningslinierne for undervisning i uformelle læringsmiljøer (figur 12 s. 46) skal eleverne selv vælge projekter og have indflydelse på det, da det højner deres følelse af ejerskab af projektet. Udfordringen er så som Carl Winsløw (2006) skriver, at sætte et passende niveau, når der arbejdes med projekter, som er problemorienterede. Spændingsfeltet strækker sig fra de helt bundne laboratorieforsøg, som kagebogsopskrifter, til modellen der kendes fra RUC, hvor projektarbejdet er deltagerstyret ved at de udvælger problemstillingen, vælger metoderne, indsamler data og ud fra det svarer på problemstillingen.(Ulriksen, 1997). Midt mellem findes projekter, hvor læreren støtter eleverne i større eller mindre grad, så det rette niveau for eleverne sættes og de evt. får hjælp til at, formulere projekterne, finde relevant materiale og sætte det hele sammen, så de kan svare på deres problemstilling.

Jeg har overvejet, om det var muligt, at eleverne selv skulle designe deres projekter helt fra bunden, som et åbent ”RUC-projekt”, men jeg mener, at det er svært både for eleverne og Fjord&Bælt. For det første mener jeg, at eleverne vil have meget svært ved at opstille realistiske projekter, da de meget sjældent vil have kendskab nok til emnet og faciliteterne på Fjord&Bælt. For det andet vil det være meget tidskrævende hvis de f.eks. skulle udvikle deres projekter i samarbejde med en af underviserne på F&B. Underviserne er i forvejen meget pressede mht. tid og spørgsmålet er også, hvordan den tid, som der bliver sat af til et projekt som dette skal prioriteres. Jeg mener, at denne helt frie model, vil kræve uforholdsmæssigt meget tid både fra underviserne på F&B, men også fra gymnasieeleverne og deres lærere i forhold til, at de måske ville ende op med nogle projekter og forsøg, som aldrig var afprøvet tidligere og dermed ville der være en større sandsynlighed for, at de ikke ville opnå de resultater, som var tiltænkt. Derudover vil det måske være sværere for eleverne, at indarbejde de formelle krav fra UVM i deres projekt og jeg tror simpelthen, det vil være de færreste elever, som overhovedet vil få ideen om at undersøge højfrekvent lyd hos havpattedyr eller antagonistisk adfærd hos fisk. De åbne RUC-projekter er jeg stor tilhænger af, men jeg finder denne model for åben i forhold til det niveau, som eleverne er på og den tid og ressourcer, som oftest vil være allokert på gymnasierne og Fjord&Bælt.

Derfor har jeg valgt, at lave pre-designede mini-projekter, som eleverne kan vælge imellem for på den måde at bibeholde et minimum af frit personligt valg og få flere vinkler på det faglige emne, så grupperne evt. kan perspektivere deres viden i forhold til hinanden. Jeg vælger at kalde dem mini-projekter, fordi de er pre-designede.

Mini-projekterne er nemmere at gå til, men der er risiko for, at det bliver forsøg, som er ”køgebogsopskrifter”, hvor eleverne ikke nødvendigvis behøver at reflektere og hvor eleverne kan få følelsen af, at forsøget bare skal overstås, fordi de ikke føler ejerskab, når de ikke selv har designet forsøgene. Ulriksen (1997) skriver at netop det at eleverne selv vælger et projekt, påvirkes det læringsmæssige, ved at det øger deres motivation og følelse af ansvar, samt elevernes engagement i projektet. Derfor har jeg valgt, at lave flere forskellige forsøg, som eleverne kan vælge imellem, så de dermed kan finde det projekt, de synes er mest interessant. Desuden er det tænkeligt, at eleverne vil finde forsøgene mere interessante, fordi det er nogle forsøg, hvor de skal arbejde med levende dyr eller selv producere en brugbar hydrofon, hvilket er forsøg, som de ikke umiddelbart kan lave på gymnasiet.

Mini-projekterne er designet med den hensigt, at eleverne arbejder med overordnede mekanismer i stedet for faktisk viden. Det som eleverne lærer om det dyr, de laver projekt om, er selvfølgelig specifikt for den art, men princippet med lydoptagelserne og analyserne er generelle metoder, som med modifikationer også vil kunne anvendes på andre dyr f.eks. flagermus. Derudover følges retningslinierne mht. at undervisningen skal indeholde hands-on elementer. Eleverne skal i alle mini-projekterne enten håndtere udstyret, have kontakt med dyrene via optagelserne eller selv stå for produktionen af en hydrofon.

F&B havde det meste af det relevante materiale i form af udstyr og dyr til samtlige af forsøgene, jævnført retningslinierne på figur 12 side 46. Men projekterne blev også tilrettelagt, så de eksisterende ressourcer blev anvendt. I nogle tilfælde var det nødvendigt at tilføre materialer udefra;

- Det lykkedes ikke de lokale fiskere at fange grå knurhaner, derfor brugte jeg et par dage på at køre til hhv. Øresundsakvariet, Danmarks Akvarium og Kattegat centret for at låne og senere hen aflevere i alt tre fisk.
- Ved anskaffelsen af piezokeramiske elementer til de hjemmelavede hydrofoner, kontaktede jeg, Ferroperm som står for import og salg af elektroniske komponenter og de ville meget gerne sponsorere elementer til forsøgene.
- Der krævedes udstyr til at optage højfrekvente lyde fra marsvinene, derfor tog jeg kontakt til Syddansk Universitets bioakustiske laboratorium, som venligst udlånte deres dyre udstyr. Fjord&Bælt havde selv lidt udstyr, men det var ikke tilstrækkeligt.
- ”Kuntzrør”, ”rystebræt” og frekvensomformer er materialer der indgik i teoriforløbet på Fjord&Bælt og som er inspireret af Experimentarieret og udviklet i samarbejde med dem og Danmarks Akvarium. Derfor kontaktede jeg Experimentarieret for at låne dette udstyr.

De pre-designede mini-projekter blev testet flere gange inden eleverne ankom. Fordi eleverne kun er på Fjord&Bælt i en kort periode, er det vigtigt, at de opnår et datasæt, som de kan bruge til at fuldføre mini-projektet og så de har materialer til at arbejde videre med og kan ”vinde spillet” (jævnfør TDS s. 48). Desuden er der større sandsynlighed for, at eleverne får en succesoplevelse med et pre-testet mini-projekt og at de dermed føler, at de kan håndtere et naturvidenskabeligt projekt.

Hvis forsøgene ikke lykkedes, kan eleverne tage det personligt og føle at der er noget galt med dem og forbinde det til projektet og tage afstand fra det. Derfor er det vigtigt, at de oplever at projektet fungerer. Det vil faktisk være et brud på den didaktiske kontrakt fra lærerens side (jævnfør TDS s.48), hvis den opgave som det forventes, at eleverne skal løse ikke kan løses, fordi læreren ikke har designet spillet og f.eks. forsøgene, så eleverne kan opnå det de skal, fordi der praktisk går noget galt. Hvis det sker for ofte vil det skabe mistillid til læreren. Når klasser besøger en uformel institution, er det ofte i en kort tidsperiode, men der vil stadig være risiko for at der bliver skabt mistillid til underviseren, hvis forsøgene ikke fungerer og det vil ikke lige være muligt at få en ny mulighed for at få forsøgene til at fungere, hvilket der kan være mulighed for på gymnasiet. Derfor er det endnu mere vigtigt at forsøg og lign. fungerer efter hensigten.

TDS:

Mini-projekterne starter som beskrevet på gymnasiet. På fjord&Bælt sker der igen en devolution, når underviseren introducerer det didaktiske miljø, som eleverne skal foretage optagelserne og bygge hydrofonerne i. Eleverne har allerede på gymnasiet været igennem formuleringsfasen, men det kan ske, at de skal re-formulere deres hypoteser. Det primære er, at eleverne udfører handlingsfasen ved at arbejde i det givne miljø, både ved rent fysisk at optage lydene, gemme filerne og senere starte deres analyse af filerne. Derudover kan eleverne bruge det uformelle læringsmiljø til at skaffe sig yderligere information til deres projekt både gennem udstillingen og ved samtaler med hinanden, lærerne og underviseren. Herigennem kan der ske en validering eller en institutionalisering, men det er ikke planlagt fra min side, men selvfølgelig fint hvis det sker. Valideringen og institutionaliseringen sker senere.

Fælles teoriforløb og opsamling

30 minutter. Undervisningsrummet

Efter at eleverne havde arbejdet med deres mini-projekter, samlede hele klassen sig i undervisningsrummet og teorien bag lyd samt havdyrs tilpasninger og brug af lyd blev diskuteret med underviseren. Undervisningen byggede på dialog og der blev stillet åbne spørgsmål som f.eks:

- Hvad gør hydrofonen egentlig? (omsætter lyd trykket (dB) til en spænding (Volt))
- Hvad er en bølgelængde og hvad er frekvens?
- Hvordan hører et menneske?
- Hvilken fordel har marsvinet af, at anvende lyd til at orientere sig i stedet for synet?

I undervisningen var der interaktive materialer, som var beregnet til at gøre eleverne aktive og deltagende. Der blev benyttet følgende:

- En designet power point præsentation som understøttede undervisningens hovedpointer.
- Et ”Rystebræt”, som er en kasse med et bræt hvorunder, der sidder en højttaler, som er forbundet til en frekvensomformer. Eleverne kan stille sig på kassen og mærke lydets vibrationer og forskellen på forskellige frekvenser kan mærkes rent fysisk. Teorien er, at lave frekvenser har længere bølgelængder end højfrekvente lyde $f = \frac{1}{T}$. Den oplevede fornemmelse skulle give eleverne en kropslig oplevelse af forskellen på lyd med høj og lav frekvens. Så eleverne ikke kun sanser det ved at høre lydene og forklaringer, men også ved at de mærker det med kroppen. De har hørt ordene mange gange igennem livet, men har de reflekteret over, hvad det egentlig vil sige og er de bevidste om det. Denne øvelse vil give dem en fysisk oplevelse af, hvad forskellen er (se evt. Bilag D1 og C5).
- Et ”Krygerrør” også kaldet ”Kuntzrør”, som er et plastrør, hvori der er små flamingokugler (kaldet Krygerkugler) hvor der i den ene ende af røret sidder en højttaler. Når der afspilles lyd, lægger kuglerne sig efter lydets bølger og der dannes stående bølger i røret. På denne måde bliver lydbølger visuelle. Teorien er, at bølgelængden er lig lydets hastighed divideret med frekvensen $\lambda = \frac{c}{f}$ (se evt. Bilag D1 og C5).
- En ”Slinky” som er en lang fjeder, som kan anvendes til at vise longitudinale (længdegående) bølger med.
- En frekvensomformer som bruges til at afspille rene sinus toner ved forskellige frekvenser og bruges både i forbindelse med rystebrættet og Kuntzrøret. Den frekvens som afspilles kan også aflæses på frekvensomformerens.
- En animation af det indre menneskelige øre, som blev vist på storskærm.
- Et filmklip fra scanningen af marsvinet Freja fra hendes graviditet, som også blev vist på storskærm.

Forløbet var baseret på dialog og åbne spørgsmål. Eleverne skulle aktiveres, have jeg-orienterede opgaver og opfordres til at reflektere. Samtidig var der en klar retning på spørgsmålene, som blev stillet og der blev lagt vægt på, at overraske eleverne indimellem ved brugen af artefakter og forsøg f.eks. blev der brugt en lommelygte til at illustrere marsvinets ekkolokering og en model af en fisk med svømmeblære til at vise lydproduktion og hørelse hos fisk. Kuntzrøret og rystebrættet var inspireret af Experimentarium. Hensigtsmæssigheden af kuntzrøret vil blive diskuteret senere på side 99.

Der var desuden en dialog om forvaltningsmæssige aspekter. Bifangst af marsvin. Hvilke problemstillinger er forbundet med bifangst af marsvin? Hvorfor bliver marsvin mon bifanget? Hvad kan der gøres for at mindske bifangsten? Hvilken indflydelse kan støj tænkes, at have på dyr der benytter lyd til kommunikation og fødesøgning? Hvilken indflydelse kan støj have på sælers parrings territorier og hvad skal man tage højde for når fredede havområder udpeges og hvordan kan man egentlig frede havområder. Samfundsvidenskabelige perspektiver inddrages på denne måde i undervisningen (På nuværende tidspunkt findes der ingen lovgivning for støjniveauet i havene).

I bilag D7 findes en "bioakustisk manual" hvor læseren kan finde mere information om teorien bag projekterne, lidt om bioakustik og hvordan graferne fra analyserne af datamaterialet skulle have set ud.

TDS:

Undervisningen vekslede mellem alle 5 faser. F.eks. skete der en devolution når underviseren fortalte eleverne hvad de skulle lægge mærke til når de stillede sig på rystebrættet, eller når de skulle finde ud af hvilken frekvens der skulle bruges for at opnå en bølgelængde på 1 meter i luft. Eleverne udførte herefter handlingen, som var en meget bundet opgave, men hvor de kunne formulere spørgsmål og indgå i en dialog om teorien og emnerne som blev diskuteret. Denne del af forløbet var mest præget af institutionalisering, hvor underviseren stillede åbne spørgsmål til eleverne, som f.eks. Hvad er lyd? Ud fra elevernes svar diskuterede underviseren med klassen hvad den rigtige forklaring kunne være og fik stadfæstet den officielle viden om havpattedyr, fisk og menneskers hørelse.

Data behandling

1 timer og 5 minutter. Undervisningsrummet

Til sidst i forløbet fik grupperne tid til at starte på deres databearbejdning. Grupperne arbejdede med 2 lydanalyseringsprogrammer;

1. Audacity. Dette program var gruppen allerede blevet introduceret for i sangforløbet og de havde alle downloadet det forinden. Eleverne fik udleveret en manual som var skrevet specielt til forløbet.
2. SigPro. Hver gruppe fik installeret lydanalyse programmet SigPro og udleveret en manual, som var skrevet specielt til forløbet. Underviseren og lærerne hjalp eleverne både med installationen samt brugen af programmerne og selve analyserne.

Eleverne fik udlevet en vejledning til programmet SigPro som var designet til undervisningen (se Bilag C7). Derudover kunne de få ekstra formelsamlinger hvis de ville (se Bilag C5).

Grunden til at eleverne skulle arbejde med 2 programmer, var at de med Audacity ikke umiddelbart ville kunne måle nøjagtige peak-peak værdier, som er afstanden fra toppen til bunden af et enkelt signal. Dette skal anvendes ved beregningen af lydstyrken (se evt. bilag D1).

SigPro er et program som er udviklet til universitetsbrug og er ikke særlig logisk og brugervenligt, hvorimod Audacity er meget mere brugervenligt og gratis at downloade på internettet. SigPro blev desuden anvendt til optagelserne af de højfrekvente lyde fra marsvinet, da det på det tidspunkt var det bedste og eneste udstyr som var til rådighed. Derfor blev den gruppe som arbejdede med dette projekt introduceret til programmet allerede under deres optagelser (se evt. bilag D7).

TDS:

Underviseren startede med at introducere opgaven og programmet. Herefter arbejdede eleverne i grupper, men stadig med hjælp fra underviseren og faglærerne. Faglærerne og underviseren gav eleverne feedback på deres resultater undervejs og der skete dermed løbende en validering og institutionalisering.

Etisk diskussion og afrunding

30 minutter. Undervisningsrummet

Den sidste halve time af undervisningsforløbet var sat af til en etisk diskussion om dyr i fangenskab. Eleverne var i starten af dagen blevet bedt om, at skrive deres holdning til dyr i fangenskab.

Diskussion blev hovedsagligt inddraget fordi det er direkte relevant i forhold til UVMs lærerplaner for NV-forløb og det var derfor interessant at afprøve hvordan en etisk diskussion kunne inddrages. Denne del af forløbet, kunne varetages på gymnasiet, men det blev valgt at inkludere det på Fjord&Bælt fordi problemstillingen er meget nært forelæggende for eleverne, da de netop ved at arbejde med dyrene i fangenskab opnår data som de kan anvende til at få viden om dyrene, ligesom forskerne gør. Spørgsmålet er så hvad elevernes holdning er til det.

TDS:

Underviseren begynder med at devoluere opgaven i starten af dagen, hvorefter der sker en formulering, når eleverne noterer og gemmer deres umiddelbare holdning ang. hold af dyr i fangenskab. Til sidst på dagen devoluerer underviseren igen opgaven, som går ud på at eleverne diskuterer deres holdninger. Underviseren deltog i diskussionen og kom med opsamlende kommentarer. Det er svært at komme med en entydig officiel viden på dette område og det er derfor mere en diskussion af holdninger og derfor bestod institutionaliseringen i at få eleverne til at overveje forskellige scenarier og grundholdninger som findes i det etiske felt ang. hold af dyr i fangenskab. Eleverne skulle undervejs selv tage personlig stilling til deres standpunkt.

Eleverne fik udleveret et spørgeskema om undervisningsforløbet, som de brugte 10 minutter på at udfylde (se bilag C3).

Efterbearbejdning på gymnasiet

Varetages af den respektive lærer

Læreren fik udleveret lydoptagelser fra grå knurhane, spættet sæl og marsvin. Klassen havde på den måde forskelligt data at arbejde videre med og en ny art at sammenligne med. Meningen var at eleverne skulle arbejde videre med analyserne på gymnasiet. Det var op til læreren hvordan eleverne skulle præsentere deres projekter.

De blev rådet til enten at få eleverne til at aflevere en rapport, en poster eller give en mundtlig præsentation.

Der blev opfordret til at præsentationerne i form af en rapport skulle indeholde:

- Titel
- Problemformulering og formål
- Teori
- Hypotese
- Resultater
- Diskussion og analyse
- Konklusion

Ved at eleverne arbejder videre med deres projekter på gymnasiet

TDS:

Ideelt set i følge designet skulle der ske følgende i denne fase. Først en devolution, hvor læreren giver introduktion til det videre forløb, som bl.a. omhandler en introduktion og hjælp til data behandling vha. computerprogrammet SigPro eller Audacity. Herefter sker der en handling, hvor eleverne arbejder med at analysere data og derefter en formulering. Eleverne svarer på deres hypoteser og præsenterer deres data via en rapport, et power point oplæg eller en poster. Faglæreren validerer elevernes svar og til sidst institutionaliserer faglæreren og eleverne via litteratur, internettet og den viden de har opnået på F&B.

Oversigt over TDS faserne i Lyd&Liv

Oversigt over TDS faserne i "Lyd&Liv"							
TDS	Forberedelse på gymnasiet	Introduktion F&B	Stemmers interaktion	Mini-projekter F&B	Teori F&B	Etisk diskussion	Efter-bearbejdning gymnasiet
Devolution	X	X	X	X	X	X	X
Handling	X		X	X	X	X	X
Formulering	X			X	X	X	X
Validering			X	(X)	X	X	X
Institutionalisering	X		X	(X)	X	X	X

Figur 20. Det fremgår af skemaet hvilke af faserne i TDS som eleverne kommer igennem i de forskellige dele af undervisningsforløbet.

Lyd&Livs understøttelse af elevernes kompetenceudvikling

I kolonne 2 på figur 21 fremgår det hvordan Lyd&Liv er designet så det kan støtte elevernes tilegnelse af de 6 kompetencer. Da undervisningsforløbet for NV og Stx-forløbene er ens i grundopbygningen og der ikke var nogen klasse som deltog på NV-niveau, har jeg valgt, at tage udgangspunkt i Stx-forløbet i beskrivelsen

	Kompetencer for Lyd&Liv som et tværfagligt stx-forløb mellem fysik C og biologi C	Hvordan kan kompetencerne opnås gennem Lyd&Liv?
Kompetence 1	Kunne opstille en hypotese og en problemformulering og gennemføre de praktiske undersøgelser der skal til for at kunne indsamle det nødvendige data.	Vha. forberelsesarkene skal eleverne udarbejde en hypotese om deres valgte miniprojekt inden de ankommer til F&B. På F&B får de stillet materialer og hjælp til rådighed for at kunne indsamle den nødvendige data.
Kompetence 2	At eleverne forstår hvordan lyd udbredes og hvordan lyds udbredelse påvirkes af det medie lyden bevæger sig i samt at eleverne kan anvende de korrekte faglige begreber og at eleverne kan forklare og forstå forskellen på frekvens (Hz) og lydintensitet (dB).	Mini-projektet; eleverne foretager og arbejder med lydoptagelser. Sangforløbet; eleverne arbejder med lydoptagelser og får relateret lydene til deres egen stemme og krop. Den interaktive undervisning på Fjord&Bælt; teorien om lyds egenskaber diskuteres, eleverne mærker forskellen på høj- og lavfrekvente lyde, ser en stående lydbølge og lydoptagelserne diskuteres. Dataanalyse; eleverne arbejder videre med deres data og skal bruge deres viden om lyd til at tolke deres resultater.
Kompetence 3	At eleverne gennem praktiske forsøg forstår hvordan fisk og havpattedyr anvender lyde og hvilke forskellige frekvenser de benytter sig af og at eleverne erkender at dyr benytter forskellige lyde til fødesøgning og kommunikation, samt hvilke forskellige måder fisk og tandhvaler kan producere lyde på og at eleverne forstår, hvordan hørelsen fungerer hos hhv. mennesket, marsvin og fisk, samt at der er nogle lyde, vi som mennesker ikke kan høre.	Forberedelsesmaterialet; eleverne skal finde oplysninger om den art de laver projekt om. Mini-projektet; eleverne arbejder med praktiske forsøg når de foretager lydoptagelserne af de levende dyr. Den interaktive undervisning på Fjord&Bælt; dialog om tilpasninger hos havpattedyr, sammenlignende anatomi samt funktion og anvendelse af havdyrs lyde, samt dialog om menneskets hørelse. Eleverne ser bl.a. en animation af menneskets indre øre, artefakter så som en udstoppet svømmeblære fra en fisk, attrap af et marsvin, lytter til forskellige havdyrs lyde og ser en film fra scanningen af Freja under hendes graviditet. Dataanalyse; eleverne arbejder videre med deres data og skal bruge deres biologiske viden for at tolke deres resultater.
Kompetence 4	At eleverne viser en erkendelse af stoffet gennem en mundtlig fremstilling og/eller et skriftligt produkt.	Eleverne skal give en skriftlig eller mundtlig præsentation af deres produkt på gymnasiet, desuden skal eleverne arbejde med forskellige computerprogrammer både på Fjord&Bælt og på gymnasiet.
Kompetence 5	At eleverne kan benytte et egnet computerprogram til at analysere deres lydoptagelser, samt benytte Word eller Powerpoint til fremlæggelse af data. At eleverne kan benytte måleudstyret og overordnet forstå hvordan det virker.	Mini-projektet; eleverne skal anvende forskellige computerprogrammer, når de arbejder med deres projekter, til at analysere og præsentere deres data. De vil få hjælp af underviseren på Fjord&Bælt og evt. deres lærere. På Fjord&Bælt konstruerer eleverne deres egne hydrofoner og ser dermed hvad der er inde i, det bliver også diskuteret i det interaktive forløb.
Kompetence 6	At eleverne har en forståelse for samfundsmæssige og forvaltningsmæssige problemstillinger der omhandler havpattedyr. Bifangst, pingere støj og plyndrede fiskenet. Samt at eleverne opnår en erkendelse af deres egen holdning til dyr i fangenskab samt argumenterne for og imod.	Mini-projekterne om dyr; giver basis for at eleverne kan inddrage samfundsmæssige og forvaltningsmæssige problemstillinger. I det interaktive forløb diskuteres problemstillinger så som bifangst, sæler der tager fisk fra fiskernes net og støj i havet og det perspektiveres til hvordan teknologien fungerer i samspil med samfundsudviklingen. Der diskuteres desuden etiske holdninger mht. dyr i fangenskab.

Figur 21. Figuren viser hvilke dele af undervisningen som understøtter elevernes udviklingen af de forskellige 6 kompetencer i Lyd&Liv.

Karakteristik af Case A og Case B

De to klasser i Case A og B havde nogle grundlæggende forskelligheder. Det er vigtigt at klarlægge disse, da det har indflydelse på deres evaluering af forløbet. Det re-designede forløb er bl.a. baseret på evalueringerne fra Case A. Der gives her to oversigtskemaer over de to cases mht. faktuelle oplysninger og socialt samspil i klasserne. Karakteristika er baseret på lærerinterviews og kommunikation via email med lærerne (se Bilag A6 og B7).

Sociale karaktertræk for klasserne fra Case A og B	
Case A - Nordfyns Gymnasium	Case B - Tornbjerg Gymnasium
Klassen er helt usædvanlig arbejdsomme, videnbegærlige og har udfordringer ved at skulle arbejde sammen.	Klassen er søde og har et godt socialt sammenhold, fagligt er der en meget stor mellemgruppe.
Biologilæreren: "har haft én tidligere som mindede om dem for 10 år siden, som også var super dygtige, som også kom ud med et snit på 9,2, det var jo fuldstændigt vildt. Men de havde ikke så meget af det her mig, mig, mig. De var faktisk bedre fra starten til at lave noget sammen. Men de her de er sindsygt ærgerrige, men de er blevet bedre til at samarbejde" (se lærerinterview bilag A6)	"Klassen generelt er karakteriseret ved nogle få meget velbegavede og nogle få meget svage samt en meget stor mellemgruppe. Men det der især karakteriserer klassen er at de er helt usædvanlige positive og nemme at arbejde med. Som underviser er det en fornøjelse, at opleve, hvor meget man kan lære mellemgode elever, der er flittige og interesserede" (se email fra læreren bilag B7)
Fysiklæreren forklarede at "i starten der var de jo en kæmpe flok egoister, som bare skulle have noget ud af det" (se lærerinterview bilag A6)	Fysiklæreren: "Det er en ok faglig klasse, som er i stigning, men man kan sige at udgangspunktet har ikke været det højeste. Det er en meget homogen og utrolig harmonisk klasse, og de støtter hinanden fabelagtigt godt, de der er kommet længere frem er utrolig søde til at tage de lidt svagere med. Så de hjælper hinanden"
Fysiklæreren: "Ja og det er jo det der er kvaliteten for det hold, for bagefter da vi talte med dem om forløbet, så handlede det meget om underholdning for dem og det er ikke det. De gør det bare, de arbejder bare så godt uden at de skal tage fat i hinanden og sige og nu –sådan er de bare. De tænker ikke over det de gør det bare."	"...man kan også sige at de er heller ikke dem der bruger en hel week-end på at lave en rapport, de allokere en tid til det også laver de det færdigt der... også spekulerer de ikke mere over det også går de ud i byen og laver noget andet. Jeg vil sige vi har andre klasser som sidder og bøger den hele tiden, det gør de helt klart ikke. De har en opgave, en lektie for og den skal laves og så er det det." (se lærerinterview bilag B7)
Biologilæreren: "og jeg har da oplevet flere gange og det har du da også at de bliver siddende inde i frikvarteret fordi de er i gang med et eller andet, hvor jeg siger jamen vi holder frikvarter, hvor de så siger jaja men vi skal lige også arbejde de videre fordi de har noget de lige vil løse. Det er altså ikke så frygtelig tit man ser det."	Biologilæreren: Ja nogle søde unge mennesker og det bliver de ved med at være tror jeg. Ikke sådan vildt stjerne begavelse, men der er sådan en 4-5 stjerne begavede og så er der en 4 stykker som er helt i den anden ende også er der hele mitter området som er såmænd gode, interesserede flittige, næsten for flittige elever, fordi de prøver at kompensere for at de har lidt svært ved det, bare ved at arbejde arbejde arbejde. K: Så de har en høj arbejdsmoral? BL: Jeg får altid alle rapporterne lige til tiden, det er helt usædvanligt og jeg snakker ikke for højt om det, for de skal ikke. K: De skal ikke vide at det er unormalt... -griner sammen.... BL: Men jeg tror det er en måde at kompensere for, at de har bare været vandt til at hvis de skulle klare sig så havde de været nød til at arbejde hårdt og det gør de stadig væk. (se lærerinterview bilag B7)
Fysiklæreren: "Jeg plejer at drille dem når vi har fysik og matematik, så glemmer jeg at sige at nu er timen altså slut, der er ingen der opdager det også pakker jeg stille og roligt sammen uden at de ser det også sige jeg nu skal I huske at komme til det næste modul og så går jeg ellers." (se lærerinterview bilag A6)	

Figur 21. Sociale karaktertræk for Case A og B. BL er synonym for biologilæreren.

Ud fra lærerinterviewene har det været muligt at danne et indtryk af hvordan de to klasser fungerer social, det fremgår af figur 21 at Case A var helt usædvanligt arbejdsomme, viden begærlige og havde samarbejdsproblemer, hvor imod klassen fra Case B havde et virkelig godt socialt sammenhold og fagligt bestod af en stor gruppe på et mellem godt niveau.

Karakteristika for Case A og B	
Case A - Nordfyns Gymnasium	Case B - Tornbjerg Gymnasium
28 elever 13 piger 15 drenge	27 elever 18 piger 9 drenge
Undervisningsforløbet blev testet tirsdag d. 9. maj 2006	Undervisningsforløbet blev testet torsdag d. 11. maj 2006
Forløbet indgik på gymnasiet som et AT-forløb.	Forløbet indgik på gymnasiet som et tværfagligt samarbejde mellem biologi C og Fysik C
Biologilæreren og fysiklæreren deltog	Biologilæreren og fysiklæreren deltog
Fagkombination for hele klassen Matematik A, fysik A, Kemi B og Biologi C (nogle vil vælge biologi B) (se lærerinterview bilag A6)	2/3 har Biologi A, Matematik B og Idræt B http://www.tornbjerg-gym.dk/page.asp?objectid=1815&zcs=2 1/3 Har Biologi A, Matematik B og Kemi B http://www.tornbjerg-gym.dk/page.asp?objectid=1814&zcs=2 12 vil vælge fysik på A niveau. (se lærerinterview bilag B7)
Tid til forundersøgelsen 20 minutter af en fysik time og tid hjemme. Eleverne skulle være færdige d. 9. maj 2006. (se lærerinterview bilag A6) Eleverne fik kun forundersøgelsen og ikke forberedelsesmaterialet. (se lærerinterview bilag A6)	Tid til forberedelsesmaterialet og forundersøgelsen 1 1/2 time tirsdag d. 9. maj inden forløbet på F&B om torsdagen. Biologilæreren: "Så vidt jeg husker brugte vi 3 moduler (1 1/2 time) "Eleverne blev fordelt i grupper, der arbejdede med hver af de tre forberedelsesmaterialer om sæler, marsvin og knurhane. Alle grupper arbejdede med det generelle indledende ark om lyd". (se email fra læreren bilag B7)
Hvordan blev opgaven introduceret? Eleverne arbejdede ikke med forberedelsesmaterialet. Som oplæg til turen fik eleverne undervisning om lyd og hørelse hos mennesket.	Hvordan blev opgaven introduceret? "Hvis jeg har gjort som jeg plejer, blev det introduceret som et tværfagligt projekt, der indgik i din eksamensopgave om biologiformidling. Det var endda et af de rigtig gode tværfaglige projekter, hvor tværfagligheden er indlysende: Et emne som "Lyd og liv" kan ikke behandles kvalificeret uden at både biologi og fysik bliver inddraget". (se email fra læreren bilag B7)
Eleverne fik fysikundervisning om lyd og hørelsesmekanismen, inden de ankom til F&B. FK: ja de havde først fået matematikken, der skal til for at opstille de fysiske modeller for lydstyrken. Der indgår en logaritme funktion og den var de så nød til at have styr på sådan matematisk set inden de skulle bruge den. Så jeg havde simpelthen lavet et forløb om logaritme funktioner i matematik så de simpelthen fik styr på det. Så i fysik der hørte vi sådan indledende om bølger og havde en del om lydstyrkefunktion og hvad det kan betyde og hvordan man måler noget under vand og luft og var der en nemlig en forskel der og prøvede på at regne om så de fik et indtryk af om lyde virker kraftigere i luft, så ja det var sådan set det. (se lærerinterview bilag A6. s.11) Biologilæreren: Jeg havde så snakket hørelse og lidt om hvordan signaler transporteres inden i os, via nerveceller og givet dem en forklaring sådan nervecelle light, fordi de skal slet ikke have om nerver. Men jeg har givet dem lidt sådan kort, om hvordan nerveceller er bygget op og hvordan kommunikerer de rent fysisk når sådan et lydtryk skal op til hjernen og registreres om det er en høj lyd eller en lav lyd. Hvordan foregår det egentlig sådan at de har en fornemmelse uden at de sådan rigtig skal kunne det i detaljer. (se lærerinterview bilag A6. s.12)	Eleverne fik fysikundervisning om lyd inden de ankom til F&B. K: men de har haft hvor mange timer? 6 dage med i alt 6 timer. LH: Ja det er sådan lige sådan cirkus der. Jeg kan ikke lægge hovedet på blokken, men det er ikke det dobbelte, det er ikke det halve. K: Hvad har de lavet? LH: Generelt harmoniske bølger, lidt lyd og lidt lys. Det de sådan set er bedst til, det er de basale ting med bølger og hvad det er, og regne bølgelængder ud og frekvens ud og udbredelse og sådan. Men de mere sådan specifikke anvendelser, det er sværere, det her det var jo meget specifikke anvendelser. (se lærerinterview bilag B7) Biologilæreren: "Hele forårets fysikundervisning handlede om bølger og bølgefænomener. Fysik C niveau har to store emner: Bølger og energi og energiomsætninger. Derfor er projekter som "Lyd og liv" oplagte at tage op som tværfaglige projekter mellem biologi og fysik i 1.g" (se email fra læreren bilag B7)
Eleverne arbejdede videre gruppevis og lavede en mundtlig præsentation med power points samt en poster. (lærerinterview bilag A6)	Eleverne arbejdede videre gruppevis og afleverede en rapport fra hver gruppe. (lærerinterview bilag B7) Biologilæreren udleverede en guideline til rapporten til eleverne. (se bilag B8)
Interview, præsentationer og evaluering d. 24. maj 2006.	Interview d. 25. og 26. maj 2006.

Figur 22. Individuelle forskelle på Case A og B. LH og FK er synonymmer for hver af de to fysiklærere.

Re-design fra Case A til Case B

Det re-designede forløb blev afprøvet 2 dage efter testen af det oprindelige, og derfor var materialet som lå til grund for ændringerne følgende;

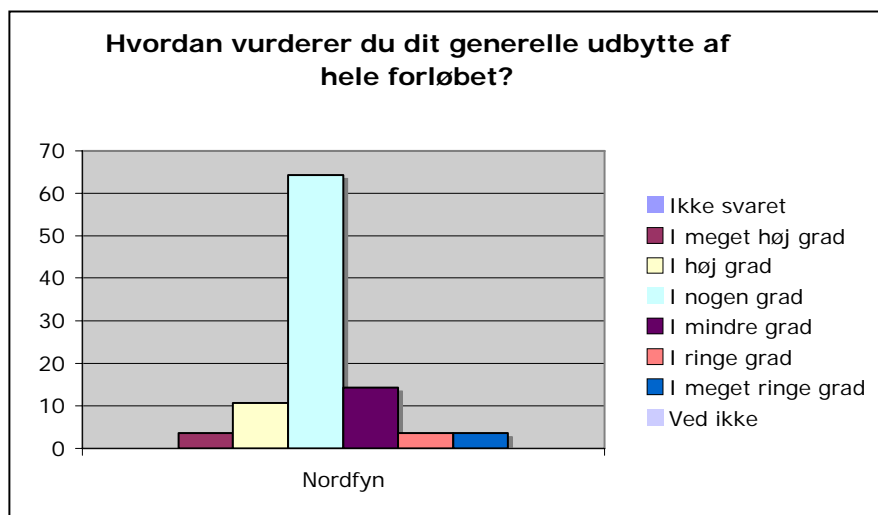
- Elevernes respons fra spørgeskemaet ”Evaluering af undervisningsforløbet Lyd&Lydkommunikation” (se bilag C3). Samtlige 28 elever fra Case A besvarede spørgeskemaet ang. undervisningsforløbet. Det samme galt alle 26 elever fra Case B, men deres svar er ikke inddraget i re-designet, da de netop evaluerede det re-designede forløb (Elevernes kommentarer kan ses på Bilag A2 og B5). Svarene og optællingen af Case As respons blev gennemgået lige efter, at eleverne havde forladt Fjord&Bælt. Udarbejdelsen af graferne er først blevet lavet senere hen.
- De andre undervisere fra Fjord&Bælts, sanglærerens, gymnasielærernes samt mine egne observationer. Denne gruppe vil blive benævnt ”voksne deltagere”.
- Forløbet blev filmet, og film såvel som fotografens observationer blev også inddraget. (se evt. udtræk af filmmaterialet i Bilag D4).
- Eleverne og lærerne fra begge cases blev interviewet efterfølgende, blandt andet ang. deres oplevelse, og hvad de husker bedst fra forløbet. Dermed var det ikke muligt, at inddrage deres kommentarer i re-designet. Hvis der inddrages citater i dette afsnit, er det for at underbygge observationer fra de ”voksne deltagere”.

Til allersidst vil det blive diskuteret hvordan forløbet, og det uformelle læringsmiljø, kan understøtte et tværfagligt gymnasieforløb.

Overordnet vurdering

Overordnet set var der en del elementer i forløbet som kunne gøre bedre. F.eks. var der store problemer med udstyret til lydoptagelserne, eleverne havde svært ved at holde fokus under sangforløbet i tunnelen, og computerprogrammet SigPro voldte eleverne mange besværligheder. Disse hovedpointer vil blive uddybet nærmere her.

Ud fra elevernes svar, vurderede 64% af eleverne, at deres generelle udbytte af hele forløbet på Fjord&Bælt til at være i nogen grad. 11% vurderede, at deres udbytte havde været i høj grad og kun 4% i meget høj grad. 14% vurderede det til i mindre grad, og der var 4% som vurderede deres udbytte til enten i ringe eller meget ringe grad.



Graf 1. Ud fra elevernes vurdering kunne de fleste godt have fået mere ud af forløbet.

Generelt ud fra elevernes vurdering, kunne deres udbytte have været højere, hvilket også var min, lærernes, de andre undervisere og fotografens observation. På dette grundlag blev der set specifikt på hvad der kunne forbedres i forløbet.

Velkomst og introduktion

Denne del blev flyttet fra undervisningsrummet, hovedsagligt fordi der manglede en generel introduktion om havpattedyr i undervisningsforløbet, samt for at frigøre undervisningsrummet til anden undervisning. Det var alle de voksne deltageres vurdering, at eleverne ikke havde nok begreb om hvad der karakteriserer havpattedyr. Derfor blev der indført et forløb om tilpasninger hos havpattedyr.

Tilpasninger hos havpattedyr

Som underviser var jeg lidt overrasket over hvor lidt eleverne fra Case A vidste om dyrene. Set i bakspejlet, var det nok noget jeg kunne have forudset, men det resulterede i, at der blev indført et element som havde fokus på tilpasninger hos havpattedyr.

”Tilpasninger hos havpattedyr” foregik i hvaludstillingen, hvor der bl.a. var skeletter fra en kaskelot, et marsvin, og et menneske. Disse autentiske materialer ville blive benyttet til at underbygge undervisningen. Eleverne ville se og opleve hvilke tilpasninger der findes hos havpattedyr, og derigennem opnå en forståelse for dyrene. De får dermed teorien fra teksten de har læst inden F&B sat i relation til virkeligheden. Undervisningen byggede på åbne spørgsmål til eleverne i stedet for at underviseren holdt foredrag. Eleverne skulle komme med forslag og forklaringer på f.eks.: Hvilke tilpasninger mener I havpattedyr har, for at kunne leve i havet? Hvordan kan de finde deres føde? Svarene ville blive diskuteret åbent med klassen, og andre forslag kunne inddrages. Til sidst ville det rigtige svar blive verificeret, bl.a. ved hjælp af de autentiske materialer fra udstillingen, eller illustrative forklaringer.

Følgende af havpattedyrenes tilpasninger til liv i vandet ville blive fremhævet:

- Slægtskab og klassificering
- Spæklag
- Kropsform
- Åndehul hvaler / næsebor sæler
- Forskellen på sæler og marsvin
- Hår / pels
- Ekkolokering hos hvaler

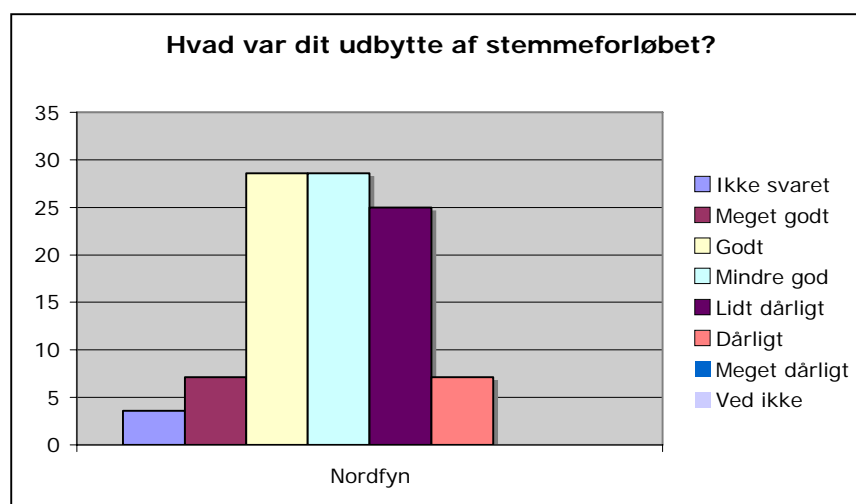
(Berta & Sumich, 1999)

TDS:

I TDS termer rummer denne del af forløbet alle 5 faser. Først sker en devolution hvor F&B underviseren fortæller, at det de skal finde ud af i fællesskab er hvilke tilpasninger som findes hos havpattedyr. Herefter følger en vekselvirkning mellem, korte handlingsfaser, hvor eleverne tænker over spørgsmålene der stilles, lidt længere formuleringer faser, hvor eleverne svarer og kommer med overvejelser, og til sidst sker der en validering og institutionalisering, hvor underviseren og eleverne lytter til flere svar som stilles overfor hinanden, og i fællesskab resonerer de sig til sidst til den institutionaliserede viden. Underviserens opgave er at støtte eleverne (se evt. filmen "Tilpasninger. Havpattedyr" på DVD'en).

Stemmers interaktioner

Denne del blev flyttet fra tunnellen til hvaludstillingen, både fordi tunnellen var for lang og smal, og eleverne derfor ikke kunne følge med i undervisning, men også fordi akustikken i hvaludstillingen var bedre.



Graf 2. Mange af eleverne mente at deres udbytte af stemmeforløbet var mindre godt eller lidt dårligt.

29% af eleverne vurderede at deres udbytte var godt, samtidig var der 29% som vurderede det til at være mindre godt, 25% mente at det var lidt dårligt, og 7% at det var direkte dårligt. Tilsvarende var der 7% som mente at det var meget godt.

Efterfølgende bekræftede Case As fysiklærer i interviewet at: ”*Men der var lidt med hende talepædagogen som var der. Det kunne de ikke rigtig koble til resten.*”

K: ”*nej det virkede også lidt underligt dernede*”

Biologilæreren: ”*ja det blev lidt et appendix. Altså ideen var sku egentlig god nok synes jeg*”.

Trods den noget hårde kritik af dette forløb, blev det besluttet at bibeholde det og forsøge at forbedre det, bl.a. ved at anvende hvaludstillingen i stedet for tunnellen. Den primære årsag var at forløbet fokuserede på, at gøre fysik anvendelsesorienteret, at eleverne skulle få jeg-orienterede oplevelser, og at eleverne blev præsenteret for computerprogrammet Audacity. Det er desværre ikke muligt at konstatere om det hovedsagligt var drengene som var utilfredse med forløbet, da spørgeskemaerne var besvaret anonymt, men ud fra de voksne deltageres samlede observationer tydede det på at pigerne generelt var mere tilfredse end drengene med sangforløbet. Da det ifølge forskningen (se 10) typisk er pigerne som har sværest ved at forholde sig til fysik, blev det besluttet at tilgodese pigerne og udfordre drengene i deres opfattelse af hvad fysikundervisningen også kan indebære.

Mini-projekterne

Ingen af forsøgene med lydoptagelser af dyrene fungerede da Case A var på Fjord&Bælt. For at eleverne havde nået et arbejde videre med fik de udleveret et udvalg af arkivlydfiler (se bilag D5).

Det skabte en del frustration hos eleverne, når forsøgene ikke fungerer, kan eleverne opfatte det som et brud på den didaktiske kontrakt, og det kan skabe mistillid til læreren.

Af eleverne var der 29% som vurderede deres udbytte af udførelsen af miniprojekterne til at være godt, 21% mente det var mindre godt, 11% at det var lidt dårligt, og 29% at det var dårligt. Kun 4% mente at det var godt, og 7% svarede ikke. Det bunder primært i, at lydoptagelserne ikke fungerede og at det ikke var alle elever som skulle deltage aktivt i udførelsen af optagelserne. Derfor var der mange som oplevede at de bare kom til at vente.

Det faktum at forsøgene ikke fungerede arbejdede lærerne fra Case A rundt om, ved at tale meget med eleverne om hvordan forskning foregår i praksis.

Fysiklæreren: *Det er også den måde som vi gjorde det på. Ved at bygge op til det inden, når man skal ud og undersøge noget, så man ved lidt om hvad det er for noget data man får ind. Og det var jo også det vi så, - en umodenhed, hvor de da de kom derud så skal det bare virke!*

K: *Jamen det skal det også.*

Fysiklæreren: *Jaja – men det gør ikke noget at det ikke virker. F.eks. fisken, den kunne - de ikke rigtig få til at sige noget. Og så var der noget med apparaturet da vi skulle måle på sælerne som ikke virkede.*

K: *Ja og ved marsvinene var der også lidt.*

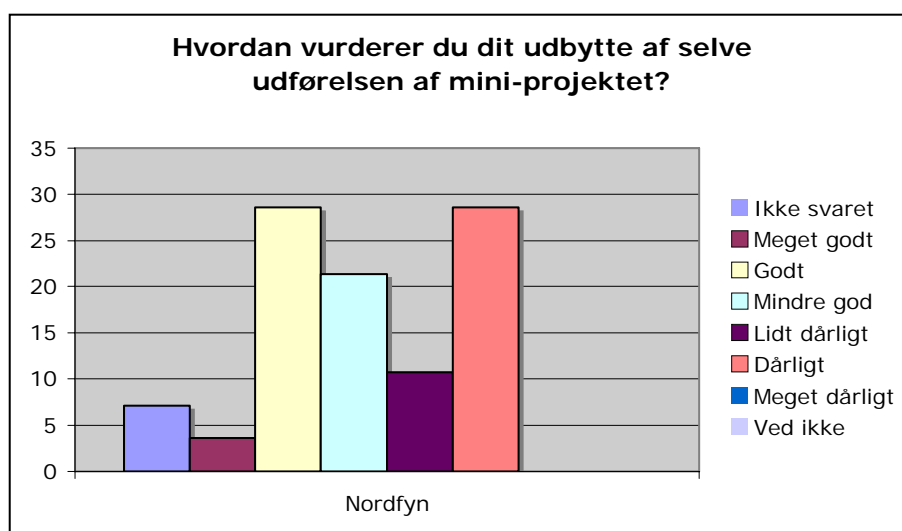
Fysiklæreren: *Ja, men det viser bare, at man ikke bare kan gå ud og måle noget i den virkelige verden og så få noget med hjem første gang måske.*

Biologilæreren: *Ja, eller sige at vi gør det én gang, og så er det det. Sådan laver man ikke eksperimenter.*

Fysiklæreren: *... Og der var også noget pædagogisk opdragelse i det. Fordi det er også det de bedømmer forløbet på bagefter. Om det var et godt eller et dårligt forløb. Det er ikke så meget "har vi lært noget?", men mere "virkede det?", "Hvor nemt var det?", "Var der en god underholdning?" ... Og sådan adskiller de sig ikke fra andre klasser.*

Men det førte til store ændringer mht. mini-projekterne, at der var 3 ud af 4 som ikke fungerede.

Projektet om den grå knurhane blev fjernet, da forsøget var for ustabil, mht. fiskenes produktion af lyd. Fiskene producerede simpelthen ikke lyde mens eleverne var der, fordi fiskene var sensitive overfor støj, og hurtige bevægelser. Det kunne være, at forsøget havde fungeret hvis fiskene havde været på Fjord&Bælt i længere tid, og gået i det samme akvarium i lang tid inden forsøget. Derudover kunne det måske have hjulpet hvis akvariet var indrettet med sandbund, og hvis der havde været endnu flere grå knurhaner i akvariet, så der kunne opstå mere kamp om føden (se evt. bilag D1). Det kan også skyldes, at fiskene simpelthen ikke var sultne, selvom de med vilje ikke var blevet fodret i 2 dage.



Graf 3. Elevernes vurdering af deres udbytte af udførelsen af min-projektet.

I stedet for projektet om fiskelyd, blev der indført adfærdsobservationer af marsvin og spættet sæl. Der blev samtidig fokuseret mere på, at alle elever fik en opgave under udførelsen af mini-projekterne.

En elev svarede på spørgeskemaet:

"Miniforsøgene kunne godt vedkomme os mere. Vi så på nogle trænere, som fik sælerne til at plaske. Jeg ville gerne have, at vi var mere med og ikke bare skulle kigge på." (se bilag A3).

Problemet mht. elevernes aktive deltagelse under lydoptagelserne, var blevet diskuteret med trænerne, og af sikkerhedsmæssige årsager var det blevet besluttet at der kunne være en elev med nede ved sælerne og 2-3 ved marsvinene.

Mini-projektet om hydrofoner, var det eneste projekt som fungerede virkelig godt og derfor blev det besluttet for det re-designede forløb, at samtlige elever skulle lave deres egen hydrofon. Dette ville desuden løse et logistisk problem mht. fordelingen af grupperne. Derudover var det interessant at konstatere, at det var 7 drenge og ingen piger fra Case A, som havde valgt projektet ”byg din egen hydrofon”. Dette var også medvirkende til, at samtlige elever fra Case B blev sat til at lave hydrofoner, for på den måde at forsøge, at få pigerne inddraget i den tekniske del.

Den nye holdopdeling under mini-projekterne blev derfor planlagt således, at der overordnet var 2 store hold, som blev inddelt i to mindre hold (se evt. figur 24). Hold 1 startede med at lave lydoptagelser af marsvin og adfærdsobservationer af den spættede sæl. Der kunne maksimalt aktiveres 8 elever ved lydoptagelserne, men så havde de hver deres ansvarsområde; en holdt f.eks. hydrofonen, en anden stod for at fortælle den der styrede computeren hvornår der var et marsvin ved hydrofonen, og hvornår der dermed skulle optages. Gruppen som lavede adfærdsobservationer overværede lydoptagelserne inden de gik i gang med deres forsøg. Imens fremstillede Hold 2 deres egne hydrofoner. Efter ca. 40 minutter byttede de to hold plads. Hold 1 gik i gang med at fremstille hydrofoner, mens Hold 2 lavede lydoptagelser af den spættede sæl, og derefter adfærdsobservationer af de 3 marsvin.

Adfærdsobservationerne bestod af registrering af ånderaten for marsvin, samt han sælen Svantes basal-adfærd, så som hvor ofte han er på land, hvor ofte han svømmer på ryggen, hvor ofte han har kontakt med andre sæler (se Bilag C9). Observationerne ville desuden fordre, at eleverne skulle deltage mere aktivt i forsøgene.

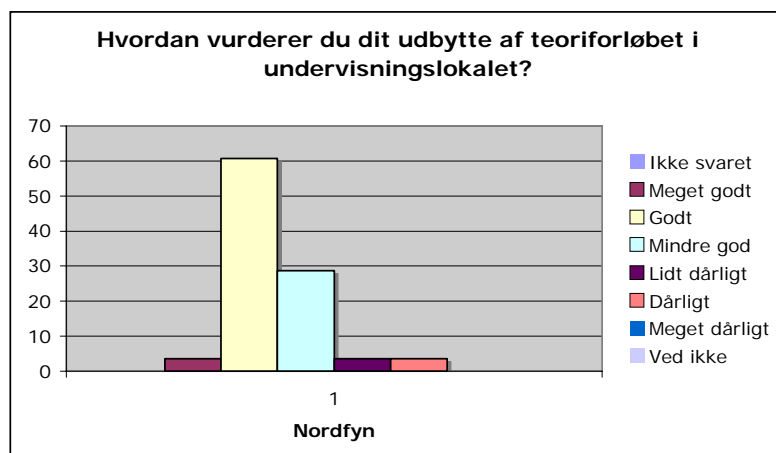
Disse ændringer ville medføre at eleverne som havde forberedt sig på deres mini-projekterne, ville starte dagen med en negativ oplevelse. Derfor blev der taget højde for det, så det kun var de to grupper der skulle have lavet projekt om den grå knurhane som skulle lave et andet projekt. De andre grupper bibeholdt deres mini-projekt grupper. Den nye holddeling fremgår af figur 24. bemærk at holdene bytter plads så alle kom til at lave hydrofoner.

Holddeling under mini-projekterne		
Case B	Hold 1 (12 elever)	Hold 2 (12 elever)
1. del	8 elever laver lydoptagelser ved marsvin 4 elever laver observationer af den spættede sæl	Hele holdet laver hydrofoner i mindre grupper
2. del	Hele holdet laver hydrofoner i mindre grupper	4 elever laver lydoptagelser af den spættede sæl 8 elever laver observationer af marsvin

Figur 24. Figuren viser holddelingen ved Case B, bemærk at holdene bytter plads, så alle kommer til at lave deres egen hydrofon.

Teoriforløbet

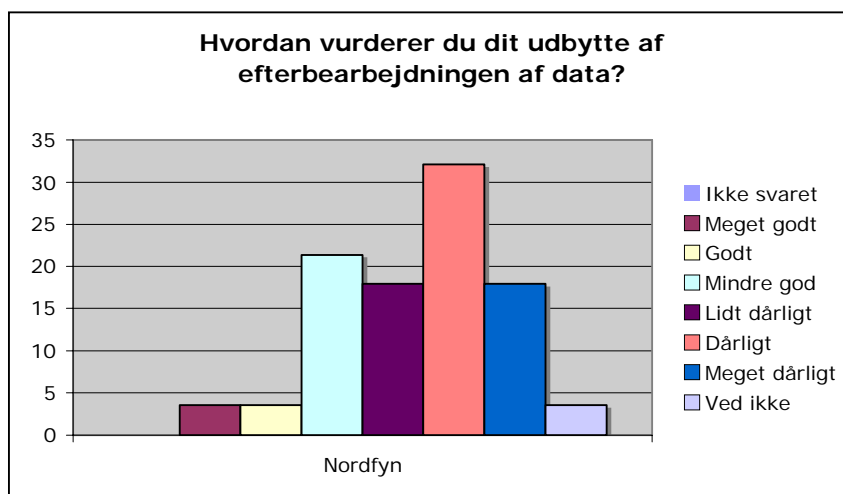
Eleverne fra Case A var generelt mest tilfredse med teoriforløbet. 61% svarede, at de havde fået et godt udbytte af dette forløb, 4 % at det var meget godt, og 29% at det var mindre godt. 4% mente, at det var lidt dårligt eller dårligt. De voksne deltagere havde den samme opfattelse, og der blev derfor ikke ændret på dette forløb.



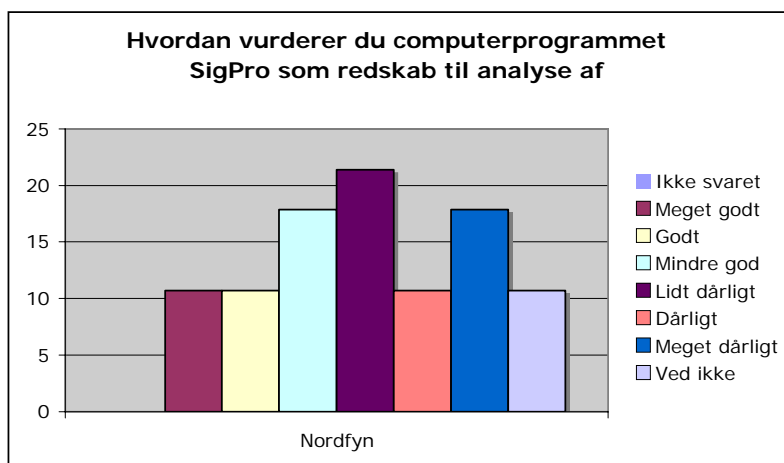
Graf 4. Viser eleverne fra Case A vurdering af deres udbytte af teoriforløbet.

Databehandlingen og computerprogrammerne SigPro og Audacity

Databehandling med computerprogrammerne SigPro og Audacity var meget svær, primært fordi programmet SigPro var ekstremt upædagogisk og ikke brugervenligt. Eleverne forsøgte meget intenst at forstå og anvende programmet, men det endte med at der var nogle enkelte elever som sad og prøvede at få det til at fungere, både med manualen og hjælp fra lærerne og underviseren. Hver gruppe havde kun én computer og derfor var det ikke alle elever som kom til. Overordnet blev efterbearbejdningen af data vurderet af 32% af eleverne til at give dem et dårligt udbytte. 18% vurderede, at det havde været meget dårligt og hhv. 21% og 18% at det havde været mindre godt og lidt dårligt. Kun 4% havde svaret at det havde været enten godt eller meget godt. 4% vidste det ikke.



Graf 5. Eleverne fra Case As vurdering af deres udbytte af databehandlingen generelt.



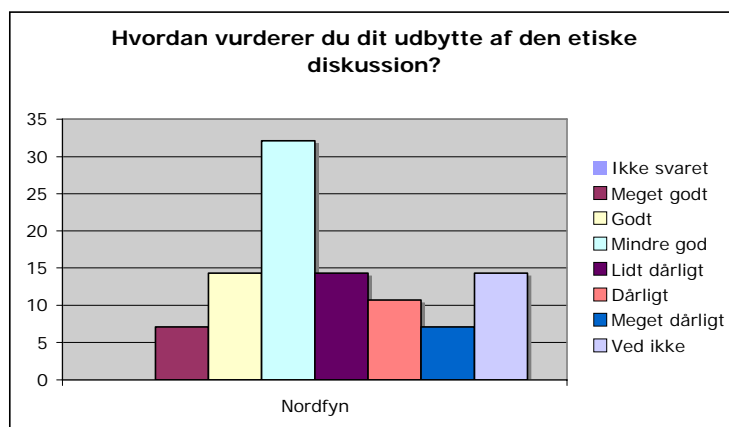
Graf 6. Grafen viser eleverne fra case As vurdering af computerprogrammet SigPro som analyse redskab af lydfileerne.

Computerprogrammet SigPro havde været ekstremt svært for eleverne at arbejde med, fordi det er et meget ulogisk program. Det skabte megen frustration hos eleverne og stor kritik. 17.9% af eleverne svarede at programmet var meget dårligt, 10.7% at det var dårligt og 21.4% at det var lidt dårligt og 17.9% at det var mindre godt.

Kun 10.7% svarede at det enten var meget godt eller godt. Derfor blev SigPro stort set ikke brugt af eleverne fra Case B. SigPro skulle dog stadig benyttes når der skulle laves lydoptagelser af marsvinene. Men det var kun nogle enkelte elever som kom til at sidde med det og de behøvede ikke at arbejde med programmet for at analysere lydoptagelserne. I stedet for at eleverne sad gruppevis og arbejde, blev en lydfil fra et marsvin gennemgået på storskærmen vha. programmet Audacity. Filen blev forklaret og gennemgået og analysemetoderne blev vist for hele klassen.

Etisk diskussion

Den etiske diskussion om dyr i fangenskab blev taget ud af undervisningsforløbet, både fordi det ikke virkede naturligt at skifte emne, men også fordi det tidsmæssigt blev meget presset til sidst. Der var afsat 1/2 time hvor case A fik begyndt på en ellers interessant diskussion. Elevernes svar på spørgeskemaerne viser også at 32% mente at deres udbytte var mindre godt, 14% at det var lidt dårligt og 11% at det var dårligt. Kun 14% svarede at det var godt og 7% at det var meget godt.



Graf 7. Grafen viser elevernes vurdering af deres udbytte af den etiske diskussion.

Den etiske diskussion vil desuden være noget som eleverne kan have på gymnasiet og som de ikke nødvendigvis får mere ud af når den foregår på Fjord&Bælt. Derfor besluttede jeg, at den halve time kunne bruges bedre ved at give eleverne bedre instrukser i computerprogrammet Audacity, som de skulle bruge til deres analyser. Fjord&Bælt kunne støtte diskussionen på gymnasiet ved at anbefale og tilbyde relevant materiale om problemstillingen. Ved at have et "ressource rum" på deres hjemmeside kunne der konstant tilføjes mere og mere materiale.

Det nye program for undervisningsforløbet som Case B deltog i fremgår af figur 25

Program for undervisningen. Case B. 11. maj 2006	
Tid afsættes af gymnasielæren	Forberedelse på gymnasiet Eleverne bruger tid på at vælge et projekt og sætte sig ind i baggrunds materialet. De kan vælge mellem 4 projekter: <ol style="list-style-type: none"> 1. Marsvin 2. Spættet sæl 3. Grå knurhane 4. Byg din egen hydrofon
11.30-12.00 30 minutter	På opdagelse i udstillingen Der er afsat tid til at eleverne kan se udstillingen på F&B på egen hånd.
12.00-12.10 10 minutter	Præsentation og velkomst Undervisningen starter på F&B.
12.10-12.25 15 minutter	Induktivt forløb om tilpasninger hos havpattedyr
12.25-13.00 35 minutter	Stemmers interaktioner i hvaludstillingen Eleverne skal opleve deres egen og de andres stemmer og introducere for computerprogrammet Audacity som skal bruges til lydoptagelserne og analysen.
13.00-13.45 45 minutter	Miniprojekter <ol style="list-style-type: none"> 1. Marsvin (adfærd/lyd) 2. Spættet sæl (adfærd/lyd) 3. Alle lavede hydrofoner Projektet om den grå knurhane blev fjernet
13.45-14.00 15 minutter	Pause
14.00- 14.30 30 minutter	Fælles opsamling og teori Hele klassen samles og der bliver samlet op på deres forsøg og teorien om bl.a. lyds udbredelse, havpattedyrs anvendelse af lyd og forskellige samfundsmæssige problemstillinger.
14.30-16.00 1 time & 30 minutter	Teori og fælles introduktion til Audacity Små pauser som det passer ind.
Tid afsættes af gymnasielæren	Efterbearbejdning på gymnasiet Grupperne arbejder videre på gymnasiet med at analysere deres data og der ender ud med at lave en præsentation af deres projekt.

Figur 25. Programmet for det re-designede forløb fremgår af denne figur. Bemærk at der er tilføjet et forløb om havpattedyrs tilpasninger og at mini-projektet om fiskelyde er fjernet.

Efterrationalisering og fremtidig undervisning

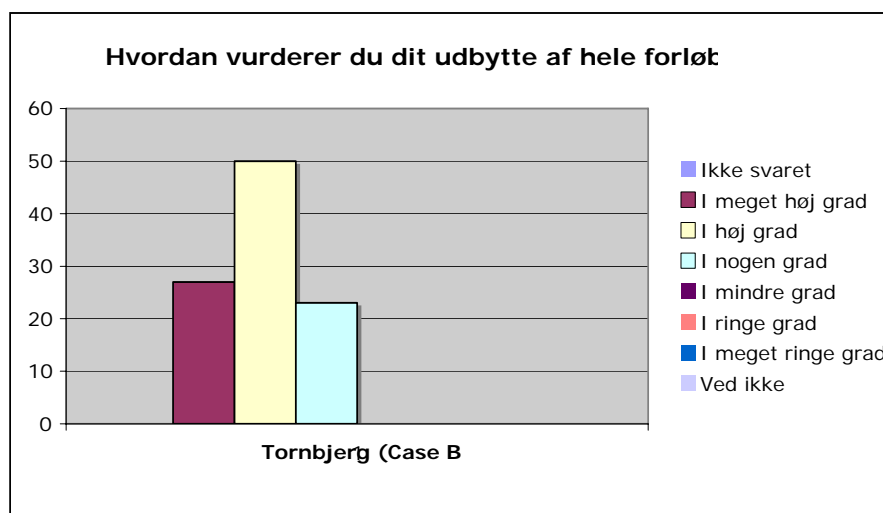
Det re-designede forløb fungerede bedre end det oprindelige forløb, bl.a. virkede samtlige forsøg, eleverne kunne se hinanden i ”stemmers interaktioner” og ikke mindst sanglærerinden under stemmeforløbet og lydprogrammet SigPro var fjernet fra analyserne, så eleverne kun arbejdede med Audacity.

Biologilæreren kommentar under interviewet illustrer hans oplevelse af dagen:

”Hvis jeg er forelsket i dem jeg tager billeder af, eller bare er forelsket i tilværelsen som helhed, så bliver billeder rigtig gode, og de der, de afspejler ligesom den dag; det var ligesom en stjerne dag, det der drøngode vejr og vi var i maj måned.”

(Bilag B7 s.7)

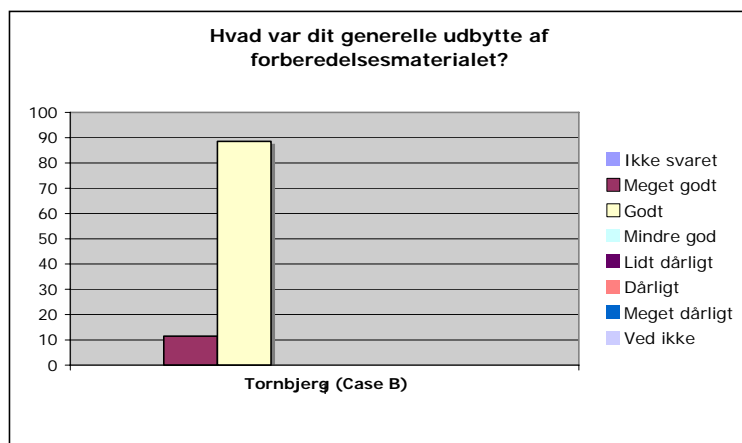
Som det fremgår af graf 8, så vurderede 27% af eleverne fra Case B, at deres udbytte af hele forløbet til at være i meget høj grad, 50% i høj grad og 23% i nogen grad. Det kan derfor tyde på at forbedringerne i det re-designede forløb havde højnet elevernes udbytte, det kan også være et udtryk for at Case B generelt var et positivt hold.



Graf 8. Eleverne fra Case Bs vurdering af deres udbytte af hele forløbet.

Forberedelse

Det fremgår af graf 9 på næste side at der var 88.5% af eleverne fra Case B som vurderede deres udbytte af forberedelsesmateriale til at være godt, og 11.5% vurderede det til meget godt. I dette ligger der måske også elevernes vurdering af den måde de arbejdede med materialet på. De fik en og en halv time til både forberedelsesmateriale og til at besvare spørgsmålene i forundersøgelsen (se figur 22 s. 85) Det indikerer at eleverne har oplevet at fik noget ud af at forberede sig. Case A arbejde ikke med forberedelsesmateriale, men tilbagemeldingen fra Case B tyder på, at materialet støttede eleverne i at komme i gang med deres projekter.



Graf 9. Grafen viser at eleverne enten vurderede deres udbytte af forberedelsesmaterialet som enten godt eller meget godt.

Fra underviserens side var det også mærkbart, at eleverne havde forberedt sig og glædede sig til at komme videre med deres projekter.

På opdagelse i udstillingen

Denne del af forløbet skal bibeholdes. Interviewet af en af grupperne fra Case B bekræfter, at eleverne værdsætter at få tid til at se og orientere sig i udstillingen. Det giver dem en følelse af frihed, at selv kunne bestemme hvad de ville se og opleve.

Interview med gruppe 1. Case B.

D1: *Og så kunne vi spise en reje og..*

K: *Gjorde I det?*

D1: *Nej jeg nåede det ik'. Jeg kunne ikke fange en. Det var også sjovt at prøve at fange torsk*

D2: *Var det torsk*

D1: *Ja det var torsk*

D2: *Jeg kunne ikke finde det der skæg der.*

D1: *Det brugte vi meget lang tid på.*

(se Bilag B6)

Stemmers interaktioner

Det kan diskuteres om dette element i forløbet skal flyttes til gymnasiet eller bibeholdes på Fjord&Bælt. Lærerne fra Case A kunne godt se pointen i at have det med, hvorimod det ikke var alle elever som kunne forstå hvorfor det skulle inkluderes.

K: *Det virkede ikke dernede i gangen, vi flyttede det op i hvalmuseet med Tornbjerg, og der var de mere samlede og de stod overfor hinanden. Og der var en anden akustik og sådan... Men jeg tror at mange af drengene står af på det, men så kan man jo så sige, at det jo er pigerne der gerne har lidt svært ved fysik, så det kan godt være jeg bibeholder det, så må drengene æde den.*

Biologilæreren: *Ja, de tager jo ingen skade af det*

K: Ja, men jeg har også overvejet at lægge det forløb ud på gymnasiet inden, så man kan bruge det til at lære lydprogrammet. Så kan man lave nogle lyde selv, og så analysere dem. f.eks. "I" og "A" sammenligne drenge og piger og forskellige drenge og piger.

Fysiklæreren: Ja, det er faktisk væsentligt det der, fordi "I" og "A" er de vokaler, -vi har de lyde, de er jo ens fra person til person frekvensmæssigt. Så det tror jeg er meget godt (se bilag A6).

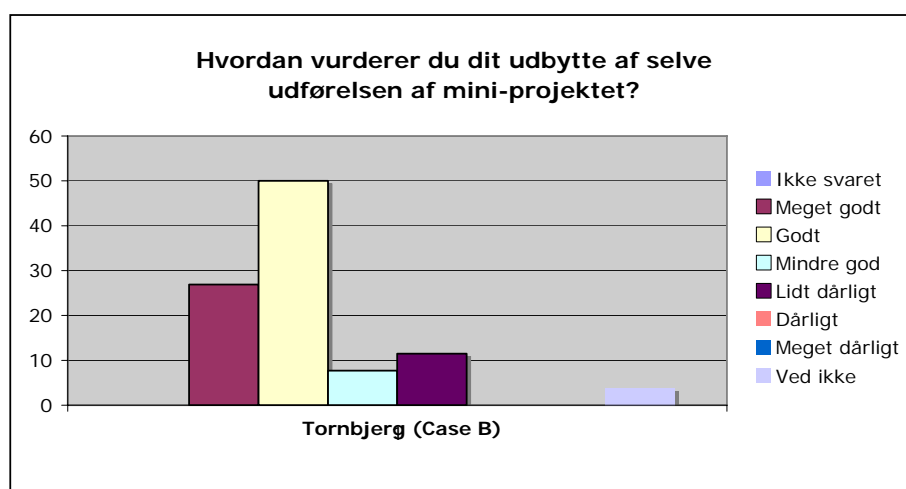
Ideen er således god nok i sig selv. Spørgsmålet er blot om Fjord&Bælts undervisere vil være indstillede på at føre det videre. Stemmeterapeuten har, meget rimeligt, meldt ud, at hun ikke vil kunne være til rådighed til samtlige fremtidige undervisningsforløb uden at få løn for det. Dette vil indebære, at underviserne på Fjord&Bælt skal stå for denne del af forløbet. Stemmeterapeuten har tilbudt at give et kursus, men spørgsmålet er om underviserne vil føle sig trygge nok med at styre dette forløb og gøre det med overbevisning.

Tilpasninger hos havpattedyr

I forløbet om tilpasninger som Case B havde, var det svært at få alle elever aktiveret og set i retrospektiv vil "tilpasninger hos havpattedyr" egne sig godt til at eleverne arbejder i mindre grupper, hvor de observerer og diskuterer tilpasningerne hos havpattedyr ud fra skeletterne og et observations ark, som skal designes med åbne spørgsmål, som får eleverne til at reflektere og diskutere.

Mini-projekterne

Eleverne fra Case B var meget forstående overfor omstruktureringer mht. mini-projekterne pga. situationen med de "tavse fisk". Generelt var der stor tilfredshed blandt eleverne med udførelsen af mini-projekterne. 50% havde svaret at de synes de havde fået et godt udbytte, 27% at deres udbytte var meget godt og 8% at det var mindre godt og 12% at det var lidt dårligt.



Graf 10. Grafen viser, at de fleste elever vurderede at deres udbytte af udførelsen af mini-projektet enten var godt eller meget godt.

Den opdeling der var af holdene gjorde, at eleverne ikke vidste hvad de andre hold havde lavet.

K: *Hvad med de andre forsøg, havde I nogen føling med dem?*

D1: *Næh egentlig ikke.*

K: *Der var jo dem der lavede lyd forsøgene på marsvinene*

D2: *Dem nåede jeg faktisk aldrig nogensinde at se. (se Bilag B6.)*

Når eleverne senere hen skal til at analysere nogle lydfiler fra de andre grupper, kan det være et problem, at de faktisk ikke har set hvordan forsøget fandt sted. Forsøget bliver fremmedgjort for dem, og de vil have sværere ved at relatere det til dem selv.

Adfærdsforsøgene blev ikke ordentligt integreret i det efterfølgende teori forløb, og i interviewet af en af grupperne fra Case B, viste gruppen utilfredshed med varigheden af adfærdsforsøget om ånderaten hos marsvin.

D2: *Vi lavede det der find gennemsnittet af hvor lang tid de brugte under vand. Det var meget fint*

K: *Hvad syntes I om forsøget?*

D2: *Det var meget sjovt, fordi jeg troede faktisk at de brugte meget længere tid under vand*

D1: *Det gjorde jeg også. Men det var lidt trivielt bare at stå med et stop ur og sådan.. nu -*

D2: *-Ja 10 minutter det var sådan lidt.. ja man kunne måske godt have taget 3 eller 5 minutter eller der omkring, i stedet for 10.*

D1: *Det bliver, der kommer til at stå af til sidst.. sådan lidt aj nu er han oppe igen.*

K: *Men grunden til at det er sådan det er for at få en længere periode. 5 minutter er ikke så længe og det andet forsøg tager ca. 10 minutter.*

D2: *Det føles bare som lang tid.*

D1: *Ja man bliver dvask (se Bilag B6)*

Det er ikke ensbetydende med at forsøget skal være kortere, men at eleverne skal inddrages mere i planlægningen og ræsonnementet bag forsøget.

I interviewet af lærerne fra Case A foreslog biologilæreren følgende mht. at lade alle lave hydrofoner:

Biologilæreren: *Så tror jeg bare man skal dele dem op i drenge og piger. Fordi ellers så vil drengene sætte sig på det.*

Fysiklæreren: *Men det afhænger af klassen man har.*

Biologilæreren: *Ja. Men stadig så vil du i 90% af tilfældene se at drengene vil gå ind og overtage. De er dem der går ind og piller og det er jo synd overfor pigerne.*

Pigerne fra Case B nævnte det som noget af det de huskede bedst. Det samme galt Gruppe 1 Case B:

D2: *Det tror jeg faktisk var den der hydrofon der.*

D1: *Ja det var godt nok sjovt.*

K: *Hvorfor var det sjovt?*

D1: *Fordi vi ikke kunne finde ud af det.. (griner)*

D2: *Også lidt fordi det ikke lige er noget man kommer til at lave hver dag. Altså... vidste knapt nok at der fandtes sådan én.*

Det sidste citat indikerer også, at det er helt nyt område som åbner sig for eleverne. Selvom de kender til en mikrofon, har de i de fleste tilfælde ikke forbundet lyde og mikrofoner med vand.

Fælles opsamling og teori

Denne del af forløbet var meget populær ved begge cases og skal også bibeholdes i fremtiden.

K: Hvad var så det der gjorde allermest indtryk på jer?

P3: Foredraget

P2: Ja

K: Hvorfor det?

P3: Fordi det var ikke bare at sidde og kigge der var også ting og kigge på og alt sådan noget. Og noget at gøre med oppe på den der skærm (laver bølgebevægelser med hånden)

P2: Det var ikke så kedeligt, i forhold til sådan en normal fysik time med forklaring med hvad lyd er og sådan noget, det var sådan på en anden måde, fordi der var storskærm og man fik ligesom vist igennem noget andet. Det synes jeg var rigtig godt. (se bilag B6)

Denne del af forløbet er noget som eleverne nævner i interviewene, som det de husker bedst. Flere fremhæver ”Kuntz-røret” og fortæller at det gav mening for dem at ”se lyd”. Det kan dog diskuteres hvorvidt dette rør fremmer deres forståelse af lyd, da det er en stående bølge, og dermed ikke viser dem hvordan lyd udbredes. Derfor skal underviseren være meget opmærksom på, at eleverne erkender at lydbølgerne udbreder sig som længdegående bølger, hvilket kan vises med slinky’en. Ligeledes skal de erkende at det de ser, er en stående bølge fordi det er en ren tone der afspilles. Eleverne kan nemt danne forestillinger, kimære eller blandingsforestillinger netop i denne situation.

Teori før eller efter forløbet

I et interview af en af pigerne fra Case A angående hvornår det ville være hensigtsmæssigt at få teorien, siger hun således:

K: Hvis du nu forestiller dig at man havde gjort det modsatte, at I havde startet med bare at komme ud på F&B og I ikke havde fået så meget information?

Elev: Det tror jeg heller ikke ville have været så godt fordi at vi fik ikke ret meget, jo vi derude, men det var fordi vi vidste noget i forvejen, det synes jeg var godt nok.

Fordi at det har været utrolig svært at forholde sig til noget af det derude hvis du overhovedet ikke vidste noget i forvejen. Så det skulle vi have haft før. (Se bilag A5)

Det var også de voksne deltageres generelle opfattelse, at eleverne skulle have haft lidt teori om lyd inden forløbet på Fjord&Bælt, og at det kun var en fordel at eleverne hørte teorien flere gange og på flere forskellige måder.

Biologilæreren: Ja, det kan jeg godt huske at vi snakkede om, hvor du først ville have givet dem noget inden, men så Nej, jeg vil hellere bare have at de kommer.

K: *Men jeg tror faktisk at det var godt at de vidste noget inden.*

Biologilæreren: *Altså selvom man som faglærer klæder dem lidt på inden, så betyder det jo ikke at det du giver dem derude ikke er godt, fordi du giver dem noget andet og du bygger lidt ovenpå og noget af det sker der ikke noget ved at de hører 2 gange. Hvor det så bare bliver fortalt på en anden måde.*

Fysiklæreren: *Men der er også andre overvejelser, fordi det var det sidste forløb som vi kunne lave i maj og det var lige inden at de stoppede, så vi havde ikke meget tid til noget efter. Så der var faktisk kun lige tid til at få skrevet rapporten*

Biologilæreren: *Og samlet op.*

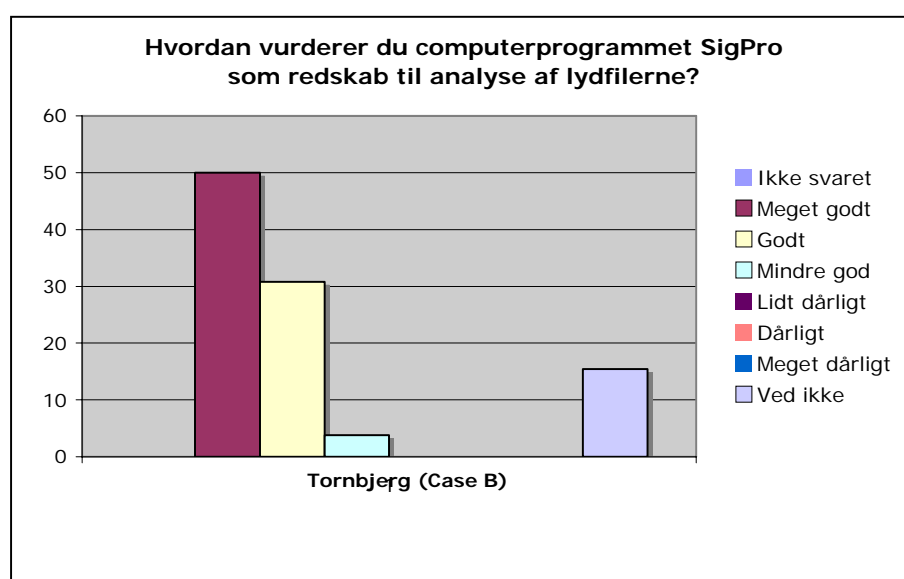
Fysiklæreren: *Så vi var nødt til at få bygget op inden, og så havde de så dagen derude som noget at se frem til og som afslutning. Fordi man kunne og så have gjort det andet, den anden vej rundt, hvor det først er når de kommer derud at de hører om teorien, og så er der bare en masse ting som ligger bagefter. (se bilag A6).*

Fremover vil det være hensigtsmæssigt at opfordre lærerne til, at eleverne modtager lidt teoriundervisning inden forløbet på Fjord&Bælt.

Computerprogrammerne

Case B arbejdede udelukkende med Audacity i deres analyser af lydfilerne, og der var en fælles gennemgang på storskærm af hvordan programmet anvendes, inden eleverne startede på at analysere. 50% af eleverne fra Case B vurderer at computerprogrammet var meget godt, 31% at det var godt og 4% at det var mindre godt. Så selvom der er forskel på de 2 cases karaktertræk, og Case B generelt var en meget positiv klasse, så er det meget tydeligt at SigPro ikke skal anvendes i undervisningen.

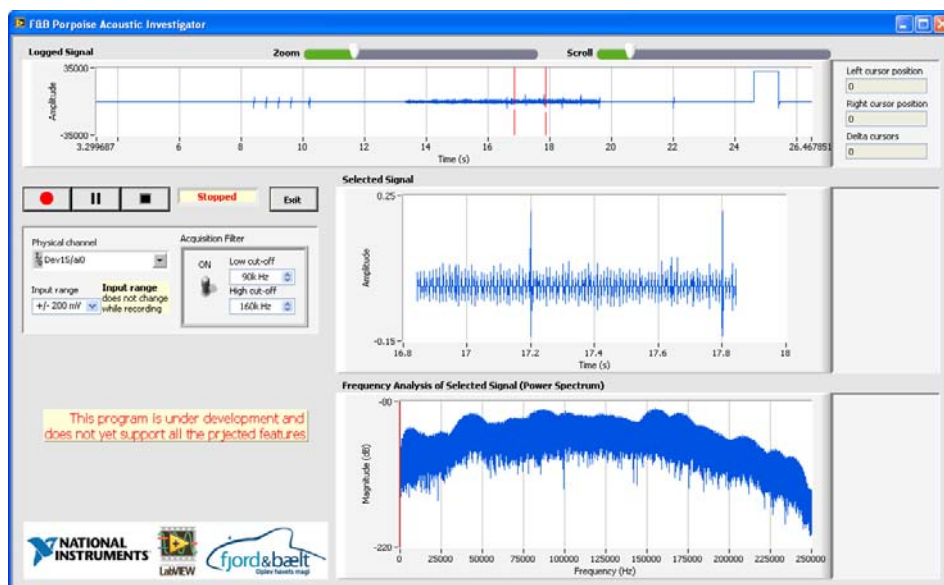
Grunden til at der står SigPro i graf 11 skyldes at det ikke blev rettet i spørgeskemaet. Det kan evt. forklare at 15% svarede at de ikke vidste hvad deres vurdering af programmet var.



Graf 11. Grafen viser eleverne fra Case Bs' vurdering af computerprogrammet Audacity. Grunden til at der står SigPro i spørgsmålet, skyldes at det ikke blev rettet i spørgeskemaet. Det kan evt. forklare at 15% svarede at de ikke vidste hvad deres vurdering af programmet var.

Store dele af udstyret til undervisningen blev lånt af SDU, ville det ikke være realistisk at Fjord&Bælt i fremtiden skulle kontakte SDU, hver gang der var et gymnasiehold som skulle have undervisningsforløbet. Derfor kontaktede jeg National Instrument, som er et firma der bl.a. udvikler og sælger højfrekvente samplingskort og software til at analysere lydfile. De var meget interesserede i at sponsorere både software og hardware til undervisningsforløbet. Hardwaren består af et højfrekvent samplingskort, DAQ (Data Acquisition) USB 6251 card, fra M serien. Kortet er multifunktionelt og kan have 16 kanaler ved 1,25 Megasamples/s tilsluttet. Det sampler ved 16 bit opløsning. Ved optagelserne af marsvinene kan der optages på 2 kanaler ved 500 ks/s. (se teorien bag i bilag D7 og National Instruments hjemmeside).

Softwaren, som hedder LabVIEW, er udviklet i samarbejde med Alain Morriat fra National Instrument. Vi fokuserede på at gøre brugerfladen så nem og overskuelig som mulig. På figur 26 ses et print af skærbillede fra programmet. Eleverne bruger kun programmet i forbindelse med optagelserne af marsvinene, da det kræver, at de bruger et højfrekvent samplingskort, og det dertil hørende program som kan sample optagelserne. Som det fremgår af figuren er der tydelige knapper for ”record, pause og stop”. Desuden kan filtrene indstilles ved ”low cut-off” og ”High cut-off”. Filtrene kan også slås helt fra. På den måde er det ikke nødvendigt at bruge eksterne filtre. Den bagvedliggende software indeholder også en forstærker, men da eleverne ikke skal ændre på det, fremgår den ikke af skærbilledet. De vil derimod få det oplyst, så de senere hen kan bruge det i deres beregninger af lydstyrken. Underviseren har adgang til den bagvedliggende programmering og kan evt. vise eleverne det, hvis de er interesserede. Eleverne vil få en introduktion til programmet, så de ved, hvad de skal gøre, når de skal optage lydene. LabVIEW kan også foretage frekvensanalyser, men eleverne vil bruge programmet Audacity til analysen af deres data, da det kan downloades gratis på nettet. LabView er ikke gratis.



Figur 26. Figuren er et skærbillede af det specielt udviklede program som gymnasieklasser i fremtiden vil anvende når de skal optage de højfrekvente lyde fra marsvinene. De vil ikke bruge det til at analysere deres lydfile.

Eleverne fra både Case A og B kom aldrig til at anvende dette program, men det er klar til fremtidig undervisning. Fremover skal der også udleveres en mere detaljeret vejledning til eleverne såvel som lærere mht. analyserne af filerne (se Bilag C8)

Delkonklusion. Re-design af det re-designede forløb

Efter at have analyseret det oprindelige og det re-designede forløb er der en række pointer som jeg vil fremhæve, som delkonklusion på problemformuleringen. Det væsentligste er, at TDS umiddelbart kan anvendes som skelet i designet af et undervisningsforløb som understøtter tværfagligt arbejde via mini-projekter. Forløbet lægger op til at eleverne forbereder sig på disse projekter vha. designet materiale på gymnasiet, og at de bliver støttet i at anvende et passende computerprogram til analysere deres lydoptagelser. Derudover fokuserer forløbet på, at eleverne via dialog og artefakter erkender de vigtigste tilpasninger hos havpattedyr, og at der er et interaktivt teoriforløb der bygger på dialog og åbne spørgsmål.

Elementer der skal bibeholdes i det re-designede forløb:

- At eleverne forbereder sig i grupper på deres mini-projekter.
- Orienteringsperioden på Fjord&Bælt.
- Præsentation og velkomst v. underviseren.
- Induktivt forløb om havpattedyr og tilpasninger, eventuelt hvor eleverne arbejder i gruppe og anvender udstillingen til at finde svar på klart definerede spørgsmål.
- Stemmersinteraktioner skal evt. flyttes til gymnasiet, således at eleverne allerede der, kan blive introduceret for lydprogrammet Audacity og at tiden på Fjord&Bælt kan bruges mere fokuseret på mini-projekterne, og at underviserne på stedet ikke skal på sangkursus.
- Samtlige elever skal fremstille hydrofoner og undervisningen skal evt. kønsdifferentieres.
- Teoriforløbet skal bibeholdes stort set som det er, men Kuntz-røret skal evt. tages ud.
- Der skal gives en fællesintroduktion til computerprogrammet og analysen af en lydfil.

Elementer der skal ændres i fremtiden:

- Projekterne skal være endnu mere i fokus
- Alle elever skal være aktiveret og have en opgave under udførelsen af mini-projekterne.
- Alle skal se hvordan lydoptagelserne udføres
- Grupperne skal lave en kort fremlæggelse af deres projekter efter forsøgene er udført og de har fået tid til at planlægge et oplæg.
- Kuntz-røret skal evt. tages ud af teoriforløbet
- Eleverne skal kun arbejde med Audacity og den specialdesignede udgave af LabVIEW
- Adfærsforsøgene skal inddrages mere, så de anvendes i forhold til elevernes lydoptagelser.





Jeg vil til sidst i opgaven vende tilbage til ovenstående punkter fra delkonklusionen, når jeg svarer på min problemformulering. Analysen af hvilke kompetencer eleverne opnåede, bidrager nemlig yderligere til svaret.

Analysemetode. Taksonomien for Lyd&Liv

Jeg har udviklet en analysemetode for at kunne belyse i hvilken grad eleverne fra Case A og B har opnået de 6 kompetencer for Lyd&Liv (se figur 17 s.59). Materialerne som ligger til grund for analysen, stammer fra de forskellige grupper eller elevers forberedelsesmateriale, forundersøgelse, evalueringsark, rapporter, interview, postere og power points (se ”Data kriterier og metoder” s.60).

For at give personen som udfører analysen en metode til at holde overblikket mht. hvor i analysen man er, og hvilke materialer der bliver anvendt, har jeg udarbejdet et mind-map som anvendes som overordnet analyseskema, det fremgår af figur 28.

Når det skal kategoriseres i hvilken udstrækning eleverne har opnået de forskellige kompetencer, har jeg udviklet en taksonomi for Lyd&Liv, som bygger på Blooms- og SOLO-taksonomien og er delt op i 5 kategorier, så grupperne kan tildeles såkaldte rangtal fra 0 til 5, alt efter hvor godt de har opnået kompetencerne. Kategorierne fremgår af figur 27.

Lyd&Liv taksonomi (rangliste)	Bloom	SOLO
0 betegner hvis gruppen slet ikke har opfyldt kompetencen. F.eks. ved ikke at opstille en hypotese.		
1 er dårlig opnåelse af kompetencen. Ved f.eks. en mangelfuld præsentation eller meget lav forståelse, hvor eleverne har meget svært ved at forklare faktuel viden og det de kan forklare er total fragmenteret og uden sammenhænge.		Ikke struktureret (Misforstået)
2 er en rimelig opnåelse af kompetencen. Her kan eleverne f.eks. forklare og reproducere faktuel viden, men hvor det er i mange usammenhængende fragmenter.	Viden (Knowledge)	Ensidigt struktureret 
3 er en god opnåelse af kompetencen. Her har eleverne opnået et forståelsesniveau, her udviser de forståelse i større fragmenter med mange sammenhænge. Hvis de f.eks. kan lave nogle grafer og forsøger at beskrive graferne, men hvor f.eks. graferne ikke er korrekte og de ikke bruger deres viden kritisk.	Forståelse (Comprehension)	Flersidigt struktureret 
4 er en rigtig god opnåelse af kompetencen. Her har eleverne et anvendelsesniveau og de har opnået en erkendelse af stoffet. De kan analysere dem og relatere dem til andre grafer eller de kan overføre deres viden til andre situationer ved f.eks. at drage sammenligninger.	Anvendelse (Application)	Relationelt 
5 er en virkelig god opnåelse af kompetencen. Her har eleverne et analyseniveau, hvor de kan lave de rigtige grafer og analysere dem vha. deres biologiske og faglige fysiske viden og drage sammenligninger.	Analyse (Analysis)	Abstrakt 

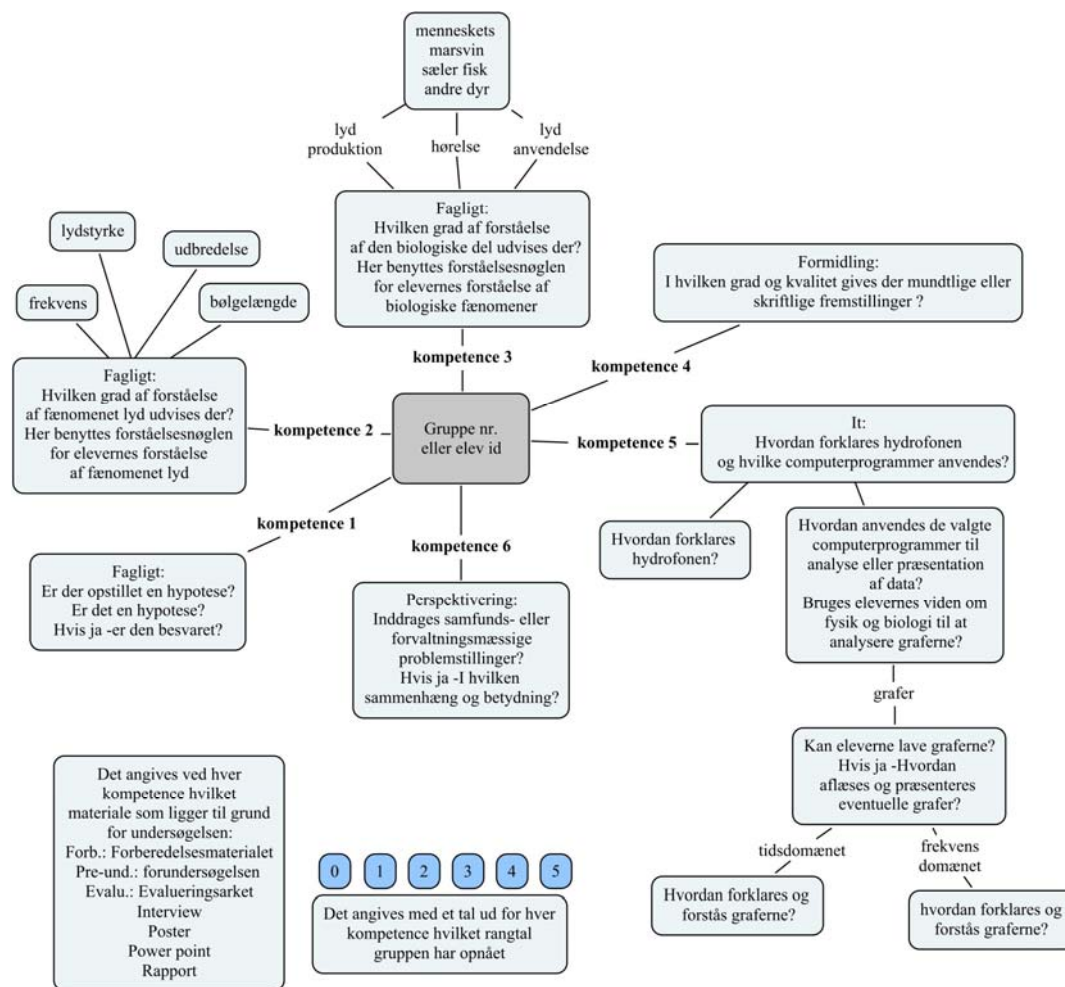
Figur 27. I ovenstående figur fremgår kategorierne i Lyd&Liv taxonomien.

Taksonomien er udviklet så den kan anvendes specifikt til at analysere det materiale som er blevet indsamlet, men jeg vil mene, at den også kan anvendes til at analysere andre forløb, da den grundlæggende er baseret på taksonomierne fra Bloom og SOLO. Det som jeg har tilføjet er rangtallene og forklaringer på hvad det kræver før eleverne som har været gennem Lyd&Liv, kan tildeles de forskellige rangtal.

Da jeg udviklede taksonomien, startede jeg med at gennemgå alt datamaterialet for at se om der var nogle generelle tendenser. F.eks. viste det sig, at eleverne fra både Case A og B indimellem havde svært ved at producere grafer, og ikke mindst analysere disse. Derfor blev det indarbejdet i taksonomien for Lyd&Liv, hvorvidt eleverne udviste en evne til at producere og aflæse grafer.

Derefter udarbejdede jeg to såkaldte forståelsesnøgler, som er udviklet specifikt til at kategorisere hvilket niveau eleverne var på mht. fysik (kompetence 2) og biologi (kompetence 3). Disse nøgler bygger også på Blooms og SOLOs takonomier, men inddrager de specifikke emner der indgår i Lyd&Liv, som f.eks. frekvens, lydstyrke, menneskets hørelse, og marsvinets anvendelse af lyd. Forståelsesnøglerne bliver nærmere beskrevet på side 105-108.

Til sidst har jeg analyseret hver enkelt gruppe eller elev (som blev interviewet), ved hjælp af taksonomien for Lyd&Liv og udarbejdet et mind-map (med udgangspunkt i analyseskemaet), hvoraf det fremgår hvilke rangtal gruppen eller eleven har opnået i hver kompetence, samt en samlet vurdering. Materialerne som har været tilgængelige fra grupperne og eleverne varierer lidt, og derfor fremgår det af hvert mind-map hvilke materialer der benyttet til analysen.



Figur 28. viser det overordnede analyseskema, som er anvendt som skabelon til at analysere i hvilken grad grupperne og eleverne har opnået de 6 kompetencer. Forkortelserne står for følgende: Forb.: forberedelsesmateriale, Pre-und.: forundersøgelsesarket og Evalu.: evalueringsarket.

Jeg vil her beskrive hvordan de 6 kompetencer vurderes vha. taksonomien for Lyd&Liv.

Kompetence 1

Samtlige elever blev bedt om at lave en hypotese i forberedelsesmateriale. For at finde ud af om de har opfyldt denne kompetence, er alt materialet fra hver gruppe eller elev blevet gennemgået for finde ud af om de har lavet en hypoteseformulering. Nogle grupper havde f.eks. skrevet hypotesen i deres rapport, mens andre havde skrevet den i deres forberedelsesmateriale. Hvis gruppen havde lavet en hypotese, er der derefter blevet kigget på, om det er en egentlig hypotese eller nærmere en beskrivelse af hvad eleverne ville gøre. Til sidst er materialet igen blevet gennemgået for at se om eleverne har svaret på hypotesen.

Kompetence 2 og 3

For at kunne belyse om eleverne har opnået kompetence 2 og 3, har jeg udviklet 2 forståelsesnøgler, som bygger på de 3 første niveauer i Blooms taksonomi (Se evt. s.52). Den ene nøgle fokuserer på elevernes forståelse af fænomenet lyd og den anden på elevernes forståelsesniveau af de biologiske aspekter.

Faktuel viden

Nederst på figurene er det laveste niveau, som er *faktuel viden*, på dette niveau kan eleverne *forklare* faktuel viden, såsom at frekvensen er antallet af svingninger, eller at marsvinet hører vha. underkæben. Eleverne kan kun *forklare* nogle af elementerne, som f.eks. dyrets biologi og hørelse, men ikke produktionen af lyd. Desuden er elevernes viden fragmenteret og usammenhængende. Elever som er på dette niveau får rangtallet 2, fordi de har opnået kompetencen rimeligt. På figur 29 og 30 er forståelsesniveauet illustreret ved at der er en række af enkeltstående elementer, som slet ikke er forbundet.

Forståelse

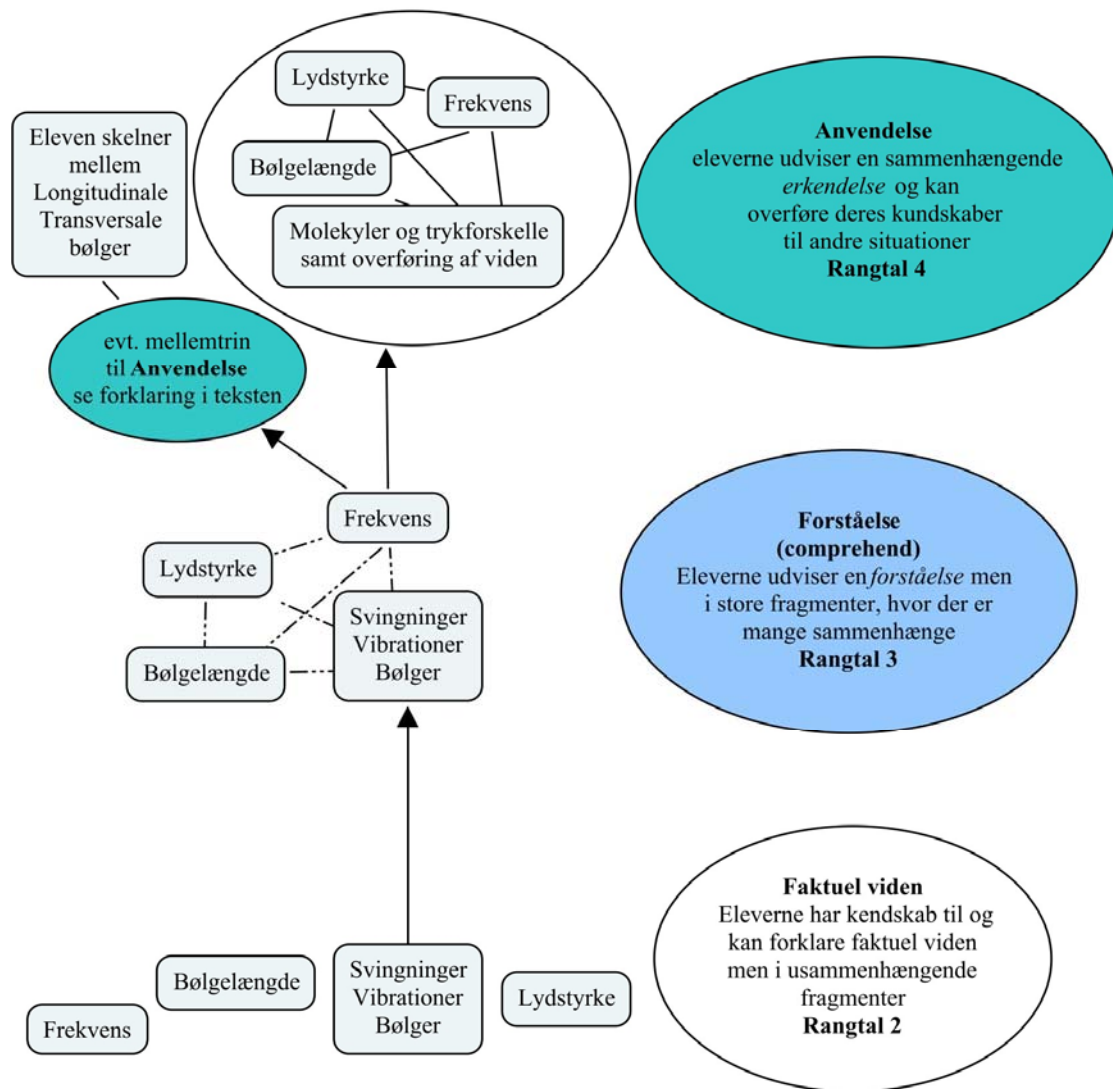
Det næste niveau er *forståelse*. Her kan eleverne forklare faktuel viden og de er i stand til at se sammenhænge. Deres *forståelse* udgøres således af større sammenhængende fragmenter. F.eks. *forstår* eleven, at lydets frekvens og lydets styrke er uafhængige af hinanden, men at bølgelængden og frekvensen har en sammenhæng, eller f.eks. hvordan dyrets biologi hænger sammen med dets anvendelse og produktion af lyd. Elevernes viden er sammenhængende i store fragmenter. Elever på dette niveau får rangtallet 3 fordi de har opnået kompetencen godt. På figur 29 og 30 er forståelsesniveauet illustreret ved at der er skabt forbindelse mellem de enkelte elementer med stiplede linier, for at vise at elevernes viden på dette niveau kan være sammenhængende med stadig i fragmenter.

Anvendelse

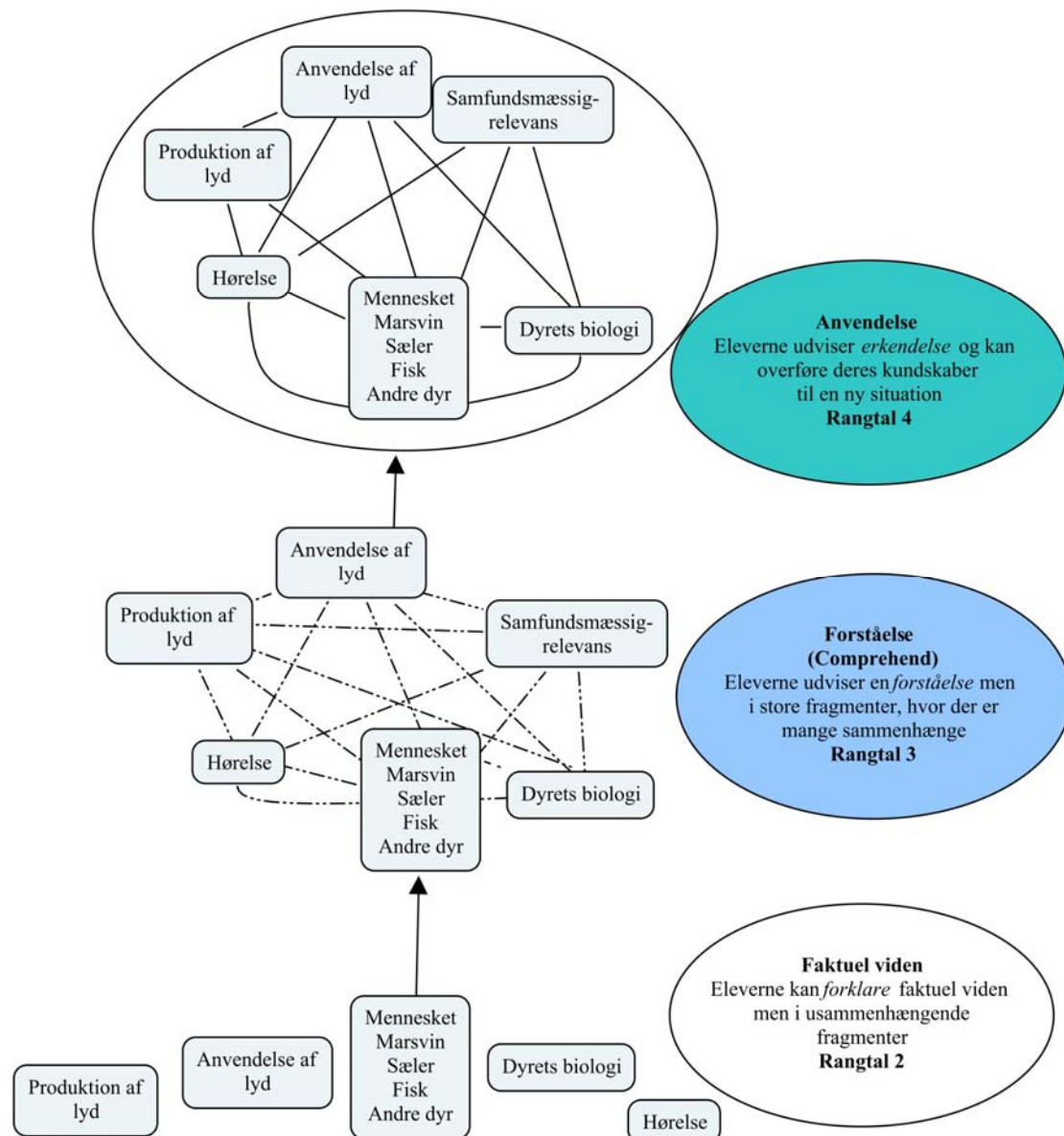
Elevernes viden er som på forståelsesniveauet, men endnu mere sammenhængende og uden fragmentering. Det vigtigste punkt er, at eleverne er i stand til *at overføre deres viden* til en ny situation og se generelle mønstre. F.eks. at eleverne sammenligner marsvinets ekkolokation med flagermusens, eller at eleverne har en forståelse af, at lyd forplanter sig via molekyler og trykforskelle. Denne forståelse kan være en indikation af, at eleverne kan forholde sig til det abstrakte mht. lydets udbredelse og ikke ser lydbølger som en fysisk overflade der bølger op og ned.

Det kan tyde på, at når eleverne kan skelne mellem longitudinale og transversale bølger, så er det lettere at opnå en forståelse af at lydets udbredelse er trykforskelle. Derfor kan dette niveau ses som et mellemtrin mellem forståelses- og anvendelsesniveauet, og elever, som giver udtryk for at have en forståelse af at lyd skyldes trykforskelle, kategoriseres derfor som værende på anvendelsesniveauet.

Eleverne har størst mulighed for, at vise om de kan anvende deres viden når de skal bearbejde deres data og analysere deres grafer i kompetence 5. Derudover kan grupperne i visse tilfælde anvende deres viden, f.eks. ved at beregne bølgelængden eller lydstyrken eller sammenligne marsvinets ekkolokaliseringsteknik med flagermus. Hvis de gør dette, og deres viden, som er relateret til den aktuelle kompetence der analyseres, virker sammenhængende, så opnår de rangtallet 4. På figur 29 og 30 er forståelsesniveauet illustreret ved at der er tydelige linier imellem de forskellige elementer, og samtidig en samlende cirkel om det hele.



Figur 29. Forståelsesnøglen som anvendes til at vurdere kompetence 2 som omhandler elevernes forståelse af fænomenet lyd.



Figur 30. Forståelsesnøglen som anvendes til at vurdere kompetence 3 som omhandler elevernes forståelse af biologiske aspekter.

Kompetence 4

Denne kompetence handler om elevernes evne til at formidle deres viden gennem et skriftligt eller mundtligt produkt, derfor kommer denne kompetence til udtryk i elevernes rapporter, power points og mundtlige præsentationer. Her lægges vægt på om eleverne er i stand til at lave en overskuelig rapport eller poster, og om de har relevant information med og præsenterer relevante illustrationer, grafer og information.

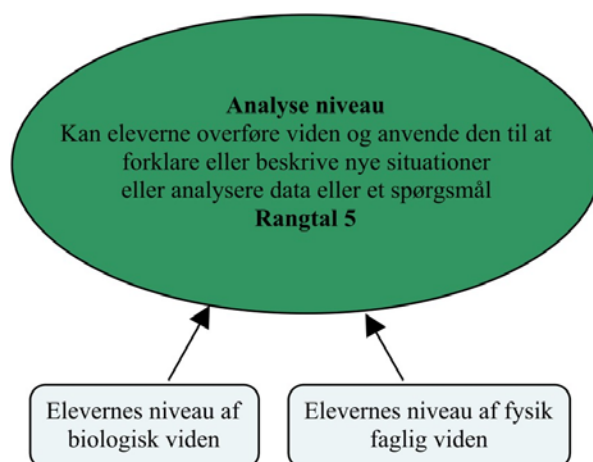
Grupperne fra Case A lavede mundtlige præsentationer hvor de anvendte power points. Der er blevet lagt vægt på hvordan eleverne fra grupperne fremlagde deres projekt, både mht. deres indhold i præsentationen, ordvalg og fremtoning overfor klassen.

Kompetence 5

I denne kompetence skal eleverne analysere deres grafer og anvende computerprogrammerne til at analysere deres data. Ifølge Bloom og SOLO taksonomierne skal elever på analyseniveauet kunne forklare og beskrive nye situationer eller analysere. Derfor har jeg kun inddraget analyseniveauet i kompetence 5, hvor eleverne netop skal afdække enkle sammenhænge i deres data. Dette kræver at eleverne har en sammenhængende forståelse, kan se mønstre, og samtidig kan bruge deres viden til at analysere deres data. Eleverne skal på dette niveau kunne sammensætte deres viden mht. relevant biologi og fysik fra undervisningsforløbet, og anvende det i deres analyse og diskussion af data.

Jeg har derfor ikke inkluderet dette niveau i forståelsesnøglerne, som anvendes i kompetence 2 og 3, da det kræver at eleverne skal forholde sig til f.eks. en graf og på den måde bringe deres viden i samspil. Men kompetence 2 og 3 er basis for kompetence 5, og derfor er jeg efter at have analyseret elevernes niveau af kompetence 2 og 3, gået videre til kompetence 5 for at belyse om eleverne kan anvende deres viden på et analyseniveau.

- Hvis gruppen præsenterer en masse grafer, men slet ikke analyserer dem, får de rangtallet 1.
- Hvis de præsenterer nogle grafer, men giver udtryk for at de slet ikke forstår hvad graferne viser, får de rangtallet 2.
- Hvis de f.eks. præsenterer nogle grafer, og forsøger at beskrive disse, men ikke er i stand til at anvende deres viden kritisk, f.eks. hvor graferne er forkerte, såkaldte ”støjgrafer” (se nedenfor), opnår de rangtallet 3.
- Hvis de præsenterer både nogle rigtige og nogle forkerte grafer, og analyserer og relaterer disse til andre grafer, eller overfører deres viden til andre situationer, ved f.eks. at drage sammenligninger, får de rangtallet 4.
- Hvis samtlige grafer som de præsenterer, er rigtige, og hvis de kan analysere dem vha. deres biologiske og faglige fysiske viden, og desuden drage sammenligninger, opnår de kompetencen virkelig godt og får rangtal 5, og dermed er de på analyse niveau.



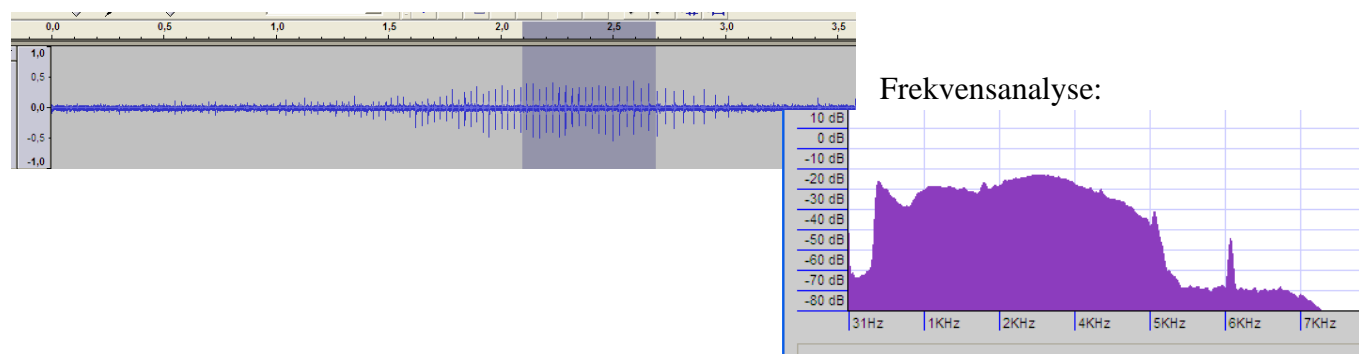
Figur 31. Figuren illustrerer hvad det forventes at eleverne Kan, når de har tilegnet sig en kompetence til rangtallet 5.

Støjgrafer

Nogle af gruppernes grafer er forkerte. Det er svært at sige præcist hvad de har gjort galt, men efter at have talt med Alain fra National Instruments har vi fundet frem til, at det højst sandsynligt skyldes det som kaldes aliasing.

Hvis grupperne har markeret for meget af spektret når de har lavet deres frekvensdiagram, og dermed taget baggrundstøjen med, har de opnået nogle grafer som er forkerte. Disse grafer kaldes "støjgrafer". Et eksempel på en "støjgraf" fra en af grupperne fra Case B:

En af marsvinienes lydfrekvens:



På den øverste graf (tidsdomænet) ses, at gruppen har markeret et meget stort område, og dernæst benyttet dette til at lave frekvensanalysen i grafen nedenunder (frekvensdomænet). Ved at gøre dette kommer marsviniets frekvensspektrum til at ligge i et meget lavt område, fra ca. 500 Hz til 5 KHz, hvilket slet ikke stemmer overens med den institutionaliserede viden om, at deres klik ligger fra 110 KHz til 140 KHz (Møhl & Andersen, 1973). Derfor kaldes sådanne grafer for "støjgrafer". De rigtige grafer kan ses i Bilag D1.

Kompetence 6

For at belyse om eleverne har en forståelse for, og inddrager samfunds- og forvaltningsmæssige problemstillinger, har jeg gennemgået alt materiale fra grupperne eller eleverne, og hvis de inddrager problemstillingerne har jeg set på hvilken betydning og i hvilken sammenhæng det gøres.

Resultater

Kompetenceanalyse

For at kunne svare på problemformuleringen mht. hvilke kompetencer eleverne fra Case A og B har opnået, og hvilken rolle lærerne og underviseren har mht. elevernes kompetence udvikling, er det ud fra ovenstående metode blevet analyseret hvilke rangtal grupperne og de interviewede elever har opnået. Da der er lidt forskel på hvilket materiale som ligger til grund for analyserne for hhv. Case A og B, gives her en opsummering.

Case A: For hver af de 4 projektgrupper; marsvin, spættet sæl, grå knurhane og lav din egen hydrofon, er det blevet analyseret i hvilken grad grupperne har opnået de 6 kompetencer. Dette er gjort ud fra deres postere og mundtlige præsentationer. Derudover er der lagt specielt vægt på i hvilken grad de 6 interviewede elever, har opnået de 6 kompetencer. Dette er gjort ud fra analyserne af elevernes svar på forundersøgelserne, efterundersøgelserne, interviews og materialet fra den gruppe som eleven var med i. Ingen af grupperne eller eleverne havde anvendt forberedelsesmaterialet. For hver analyse er der udarbejdet et mindmap, hvoraf det fremgår hvilke pointer og hvilke rangtal grupperne har opnået i de forskellige kompetencer. Bilag A4 indeholder samtlige analyser og mindmaps for hver elev og gruppe.

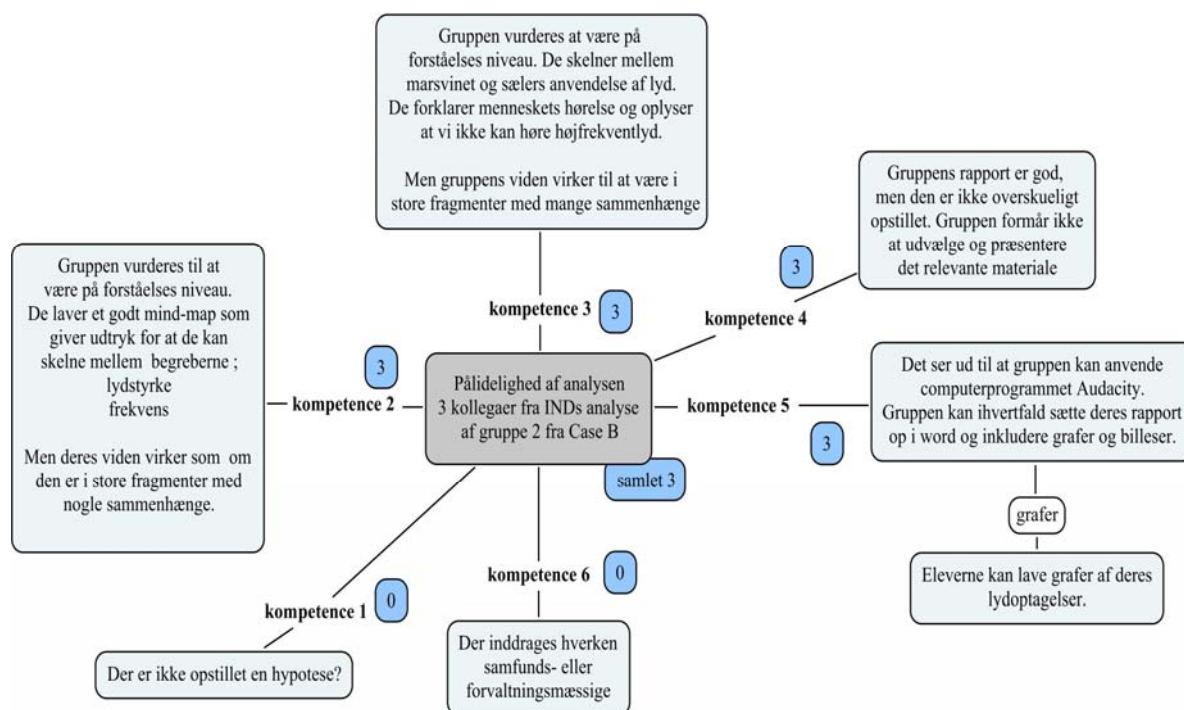
Case B: Det er blevet analyseret i hvilken grad de 8 grupper har opnået de 6 kompetencer for ”Liv&Liv”, og samtidig er der givet et rangtal for det overordnede niveau af hver gruppe. For hver gruppe er det lavet et mind-map for at opsummere analysen af gruppen. Bilag B9 indeholder samtlige analyser og mindmaps for hver gruppe.

Først præsenteres data fra de 4 grupper fra Case A, derefter fra de 6 elever fra Case A som blev interviewet, og til sidst data fra de 8 grupper fra Case B. For hver af de 3 præsentationer, vil der først blive præsenteret en graf som opsummerer f.eks. hvad de 4 grupper fra Case A har opnået. Denne graf vil blive kommenteret, hvorefter de 4 mind-maps fra hver analyse indgår i teksten. Der kan med fordel ses på de relevante mind-maps når kommentarerne til grafen læses.

Validitet i analysen

Som omtalt på side 65 har jeg fået 3 af mine kollegaer fra DIFU (DiskussionsForum Uformel) på IND (Institut for Naturfagernes Didaktik) til at analysere en tilfældigt udvalgt gruppe, da det højner pålideligheden af analysemetoden og analyserne, hvis der er andre med lignende indsigt som mig der kan anvende taksonomien for Lyd&Liv, og opnår det samme resultat når de analyserer det samme materiale.

Det fremgår af mind-mappet hvilke rangtal som mine 3 kollegaer fra DIFU analyserede sig frem til for gruppe 2 fra Case B. De havde hver i sær brugt 3-4 timer på både at sætte sig ind i metoden og udføre analysen.



Mind-map over DIFUs analyse af gruppe 2 fra Case B.

DIFU og min analyse stemmer overens i kompetence 1, 2, 3 og 6. Men der er uoverensstemmelser i vores analyser mht. rangtallene for kompetence 4 og 5. DIFU havde givet gruppen rangtallet 3 i begge kompetencer, hvor jeg havde givet dem 4. Jeg vurderede, at gruppen var på anvendelsesniveau fordi de kunne præsentere og kommentere en rigtig graf af marsvinets lyd, men samtidig kunne de ikke lave den rigtige graf når de analyserer en af elevernes lyde fra stemmeforløbet. Ifølge taksonomien for Lyd&Liv for kompetence 5 gælder at:

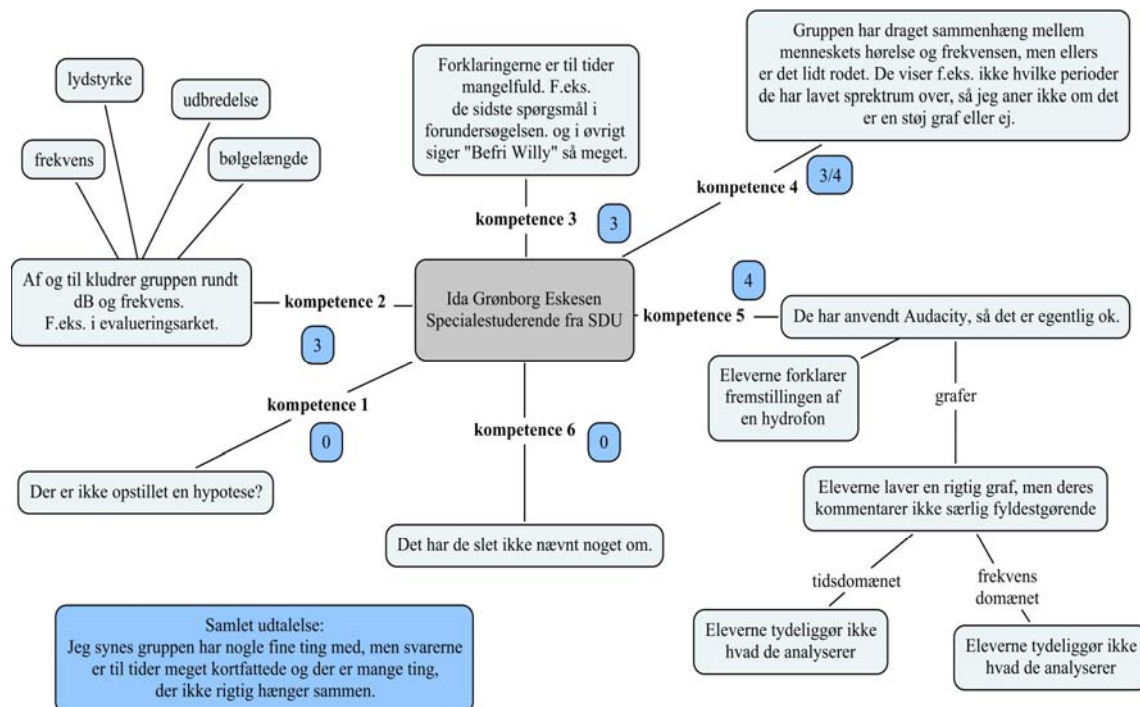
- Hvis de præsenterer både nogle rigtige og nogle forkerte grafer, og analyserer og relaterer disse til andre grafer, eller overfører deres viden til andre situationer, ved f.eks. at drage sammenligninger, får de rangtallet 4.

Vi diskuterede vores uoverensstemmelser og DIFU sagde at de havde lidt svært ved at vurdere graferne og hvorvidt de var korrekte og de gav mig ret i, at gruppen godt kunne være på anvendelsesniveau, specielt hvis de blev set i forhold til resten af klassen, hvor nogle af grupperne slet ikke forholdt sig til deres grafer og at disse elever kunne opnå rangtallet 3.

Generelt var kommentarerne fra DIFU, at de kunne følge analysemetoden og de var enige i fremgangsmetoden. Det faktum at vores 4 individuelle analyser ikke varierede meget fra hinanden, underbygger i høj grad pålideligheden af metoden og analyserne.

Desuden var der en konsensus om, at det højeste niveau, som en gruppe kunne opnå ville være et udtryk for den samlede vurdering, så hvis en gruppe f.eks. kunne gøre rede for faglige begreber i deres rapport men ikke i forundersøgelsen, skulle de vurderes på det niveau, de havde opnået i rapporten.

Fordi DIFU ikke havde kompetencer indenfor bioakustik, har jeg fået, Ida Grønberg Eskesen, som skriver speciale om spækhuggeres lydkommunikation på SDU (Syddansk Universitet), til at analysere en tilfældigt udvalgt gruppe. Hun har analyseret gruppe 5 fra Case B.

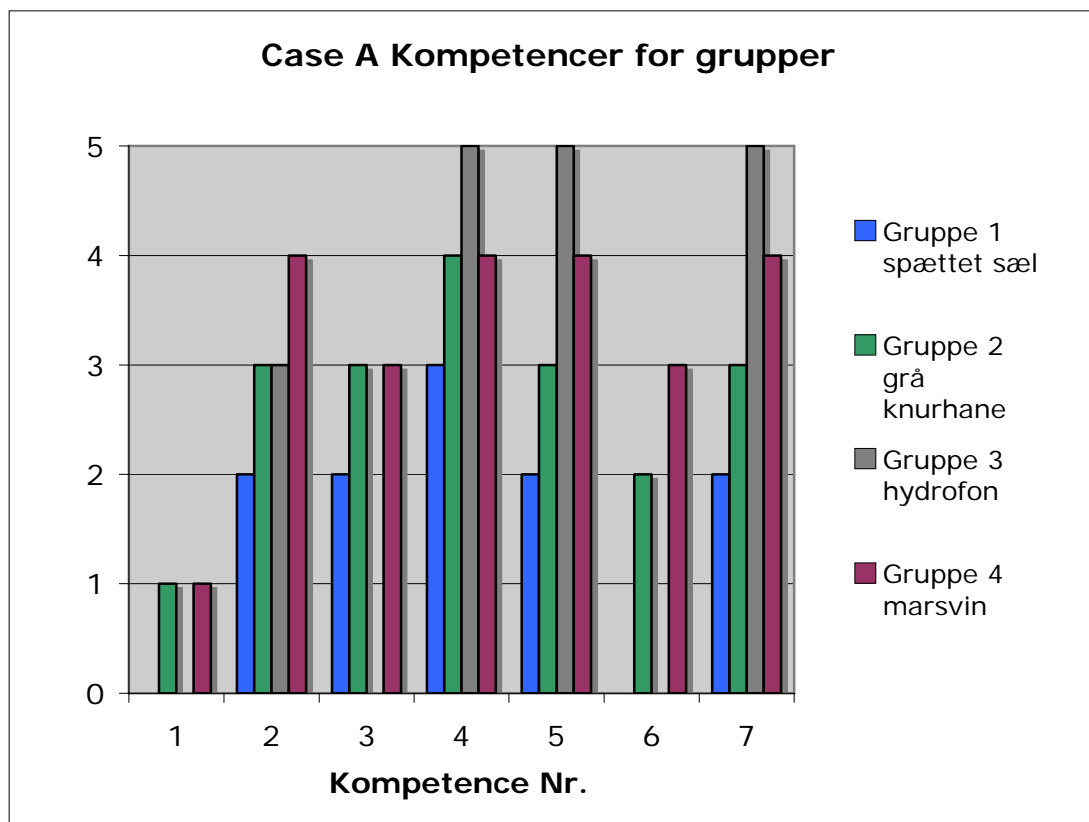


Mind-map over Ida Grønberg Eskesens analyse af gruppe 2 fra Case B.

Vores analyser stemmer overens bortset fra kompetence 5, hvor jeg analyserede mig frem til at gruppen skulle have rangtallet 5, hvor Ida havde analyseret sig frem til at de skulle have rangtallet 4. Ida var enig i at gruppen havde lavet de rigtige grafer, men hun mente ikke at de formåede at kommentere dem fyldestgørende. Det kan jeg godt følge hende i, hvis det skal være på det niveau som vi er vant til at arbejde på. For 1. G elever synes jeg derimod, at de viste at de både kunne aflæse grafen korrekt og senere hen anvende deres viden til at sammenligne marsvinets ekkolokering med flagremusens. Set ud fra det perspektiv var Ida enig i min vurdering. Pålideligheden af analysemetoden blev igen bekræftet til at være høj, med det forbehold, at den der udfører analysen har baggrundsviden om bioakustik, og kravene til gymnasieelevers niveau i 1.G.

Analyse af samtlige grupper fra Case A

Graf 12 er en oversigt af hvilke rangtal de 4 grupper fra Case A har opnået indenfor hver kompetence. ”Kompetence 7” betegner den samlede vurdering af gruppens niveau. Figur 34 opsummerer hvad rangtallene står for.



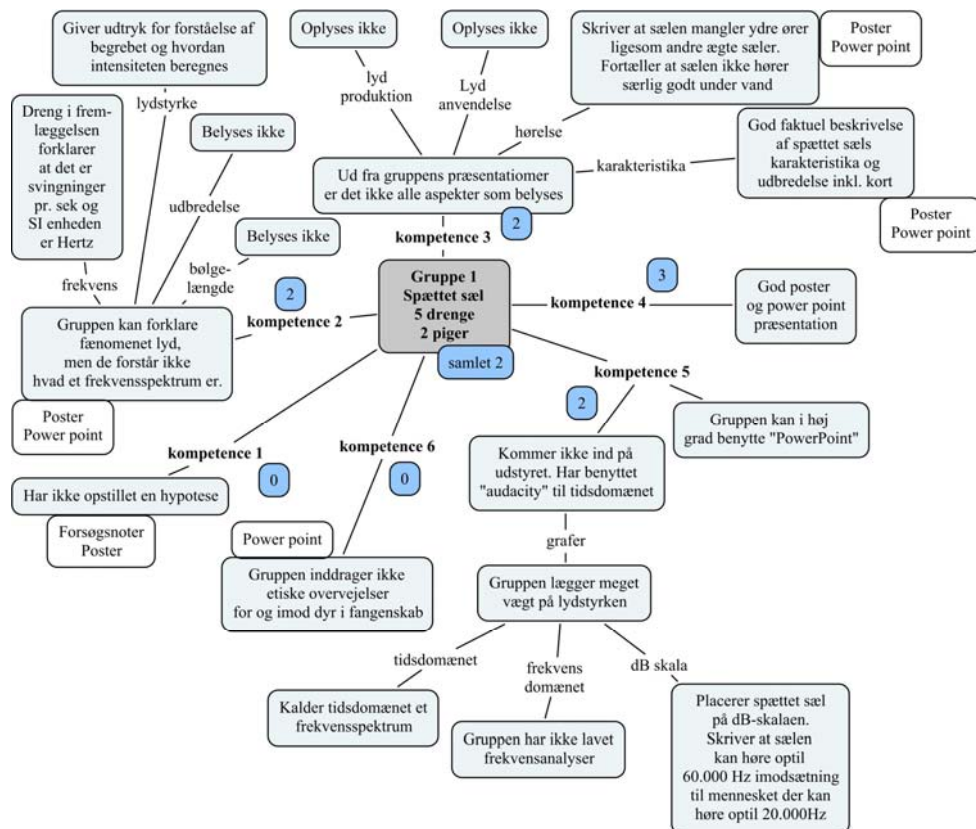
Graf 12. Grafen viser hvilke rangtal de 4 grupper fra Case A har opnået i de 6 kompetencer. Kompetence 7 betegner den samlede vurdering af gruppen. Analyserne kan ses i Bilag A4.

Rangtal for hvorvidt grupperne har opnået kompetencerne	
0	er hvis gruppen slet ikke har opnået kompetencen
1	dårlig opnåelse af kompetencen
2	rimelig opnåelse af kompetencen
3	god opnåelse af kompetencen
4	rigtig god opnåelse af kompetencen
5	virkelig god opnåelse af kompetencen

Figur 34. Figuren er en oversigt over hvad rangtallene betegner.

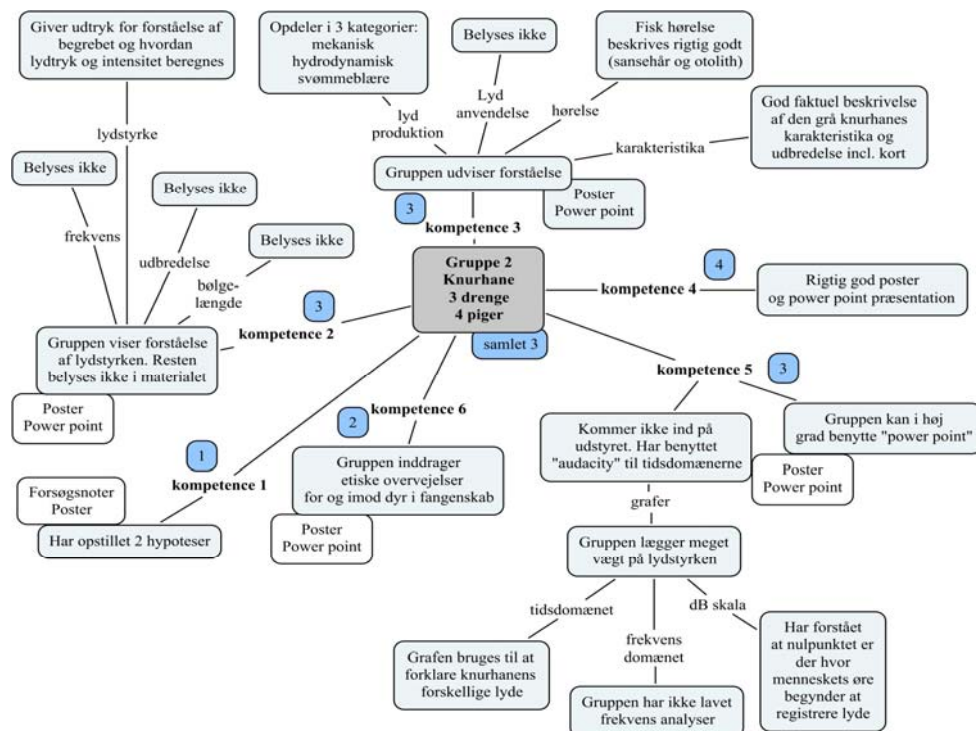
På de efterfølgende sider er der præsenteret 4 mind-maps (figur 35-38) som giver en oversigt af analyserne af de enkelte grupper. Der er angivet hvilket rangtal hver gruppe har opnået samt stikord til den bagved liggende argumentation i analysen. I Bilag A4 findes de komplette analyser.

Gruppe 1



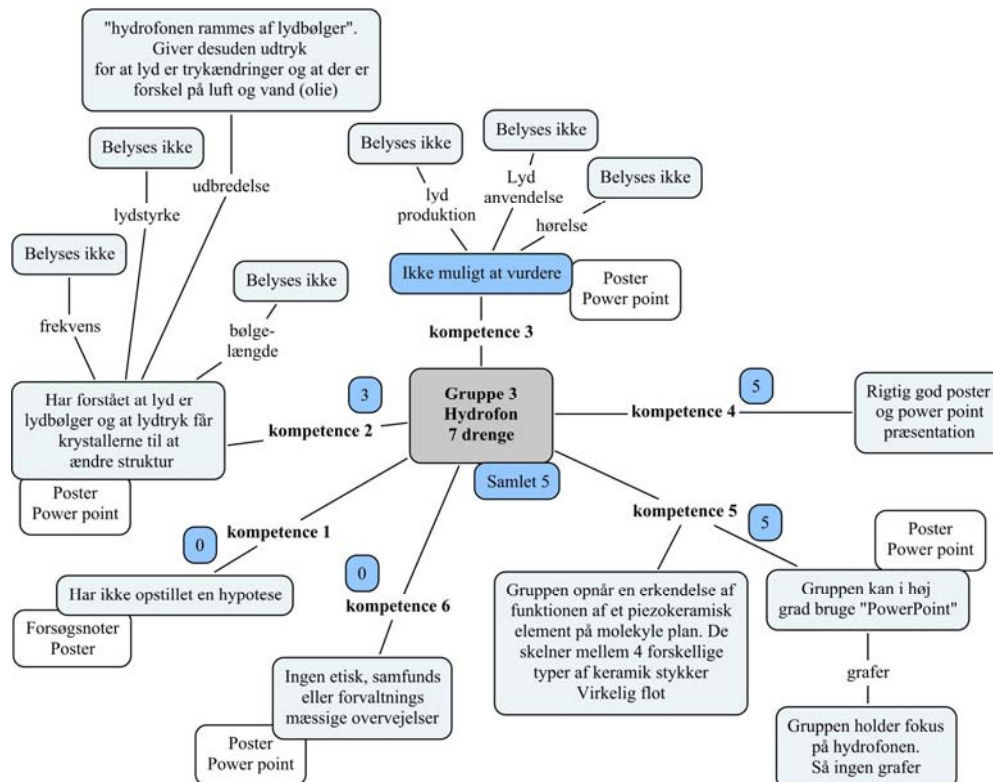
Figur 35. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 1 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Gruppe 2



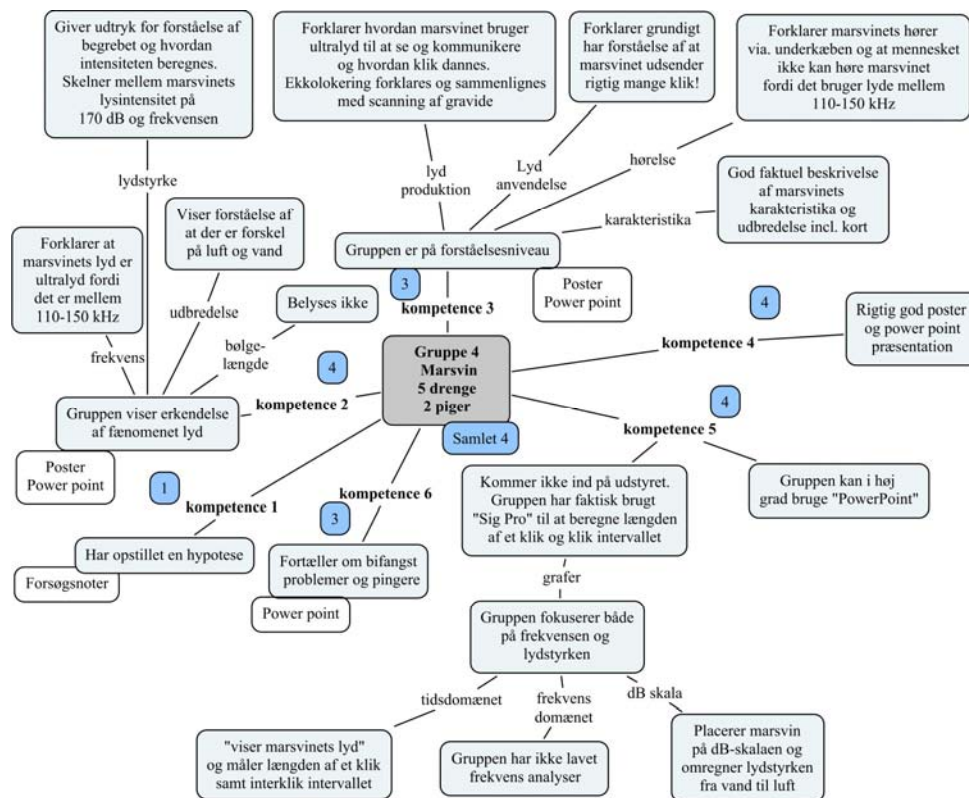
Figur 36. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 2 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Gruppe 3



Figur 37. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 3 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Gruppe 4



Figur 38. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 1 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Kompetence 1 (hypotese) og 6 (samfundsperspektiver)

Ud fra Graf 12 fremgår det at de to kompetencer som grupperne opnåede dårligst var Kompetence 1 og 6. Der var kun to af grupperne (Gruppe 2 og 4), som havde lavet en hypotese, men ingen af disse grupper af- eller bekræfter deres hypoteser; derfor har de opnået rangtallet 1. Mht. Kompetence 6 var det kun Gruppe 2 og 4 som inddrog etiske eller samfundsrelaterede problemstillinger i deres præsentationer, de opnår hhv. rangtallene 2 og 3. Gruppe 2 giver udtryk for, at have opnået en forståelse af argumenterne for og imod dyr i fangenskab og Gruppe 4 kommer med mange perspektiver mht. samfunds- og forvaltningsmæssige aspekter og omtaler bifangstproblemerne og hvordan der findes forsøg på at løse disse med lyd vha. pingere.¹

Kompetence 2 (fysik)

Der er stor forskel på de fire grupper. Gruppe 1 (spættet sæl) opnår rangtallet 2, Gruppe 2 (grå knurhane) og Gruppe 3 (hydrofon) opnår rangtallet 3 og Gruppe 4 (marsvin) opnår rangtallet 4.

Gruppe 1 kan forklare fænomenet lyd, men de har ikke forstået hvad et frekvensspektrum er, hvilket de viser ved at præsentere en graf fra tidsdomænet og kalde det et frekvensspektrum. Gruppe 3 og 4 viser forståelse af begrebet lyd, og Gruppe 3 viser desuden forståelse for at det er lydtryk, som får krystallerne i keramikstykket til at ændre struktur. Gruppe 4 giver udtryk for at have en erkendelse af begreberne lydstyrke, intensitet og lydtryk og de anvender deres viden og forholder sig til deres beregninger.

Det er generelt svært at bedømme om grupperne har en forståelse af begreberne frekvens og lydstyrke, samt hvordan lyd udbredes, da de ikke har det med på deres poster eller mundtlige præsentationer. Det vil blive belyst nærmere i analyserne af de seks elever som er blevet interviewet. De tre grupper som har arbejde med dyr, udregner intensiteten og lydtrykket. Det virker som om det er noget de er blevet bedt om, og derfor spurgte jeg til det i lærerinterviewet:

K: Jeg lagde mærke til at de var meget gode til at få facts med, var det noget I havde bedt dem om? De har alle sammen en faktabox med om marsvinet eller sælen.

P: Nej det havde vi egentlig ikke bedt dem om.

FK: Jo det havde jeg. Jeg havde sagt til dem, at når de laver sådan en poster, så vil jeg ikke se et eneste område, hvor der er hvidt papir. Så det skal bruges fornuftigt, og pladsen skal fyldes ud, og hvis man er i tvivl, så kan man altid indsætte en faktabox om at de lever her, så man også kommer ud, og så det ikke bare er formler, så den også bliver spændende at læse og informativ og sådan noget.

K: Jamen det synes jeg jo klart de har formået, de har lavet nogle rigtig flotte plakater

P: Ja. (Bilag A6)

¹ En pinger er en akustisk alarm som sættes på flydelinen på fiskenet for at skræmme marsvin væk, så de ikke bifanges og drukner.

Eleverne er dermed af deres fysiklærer direkte blevet opfordret til at inddrage faktuelle oplysninger om den art de har lavet projekt om. Det kom ikke til udtryk i interviewet hvorvidt eleverne også var blevet bedt om at udregne intensiteten, men i interviewet svarer læreren at posteren ikke bare skulle være formler, og det kan derfor tolkes derhen at eleverne også er blevet bedt om at inkludere formler og udregninger.

Kompetence 3 (biologi)

Gruppe 1 opnåede rangtallet 2 og både Gruppe 2 og 4 opnåede rangtallet 3. Gruppe 3 opnåede ikke noget rangtal, da deres projekt kun omhandlede den hjemmelavede hydrofon.

Gruppe 1 inkluderede faktuelle oplysninger om den spættede sæl, men de kom slet ikke ind på hvordan sælen producerer lydene, og hvad de bruges til, og skriver desuden, at sælen ikke hører ret godt under vand.

Gruppe 2 er velovervejede og inkluderer faktuelle oplysninger om den grå knurhane og giver en rigtig god præsentation af hørelsesmekanismerne og forskellige metoder af lydproduktion hos fisk. Gruppen giver udtryk for at have forståelse for både hørelsesmekanismen og lydproduktionen hos fisk. Gruppen kommer ikke ind på anvendelsen af lydene. Selvom de skrev at det var et af formålene med turen at finde ud af om fisk taler sammen og hvad lydene bruges til. Fiskene var tavse under forsøget, og gruppen fik derfor aldrig de optagelser de skulle have fået, og måske derfor heller ikke den forståelse for hvorfor og hvornår fiskene producerer lyde.

Gruppe 4 er meget grundige, og det er tydeligt at gruppen har opnået meget specifik viden om marsvinet. De giver udtryk for at have en meget sammenhængende forståelse af stoffet, hvor de bl.a. også sammenligner marsvinets ekkolokalisering med scanning af gravide. Gruppen bruger ikke deres biologiske viden til at analysere med, derfor er de på forståelsesniveau.

Kompetence 4 (formidling)

Alle grupperne var i stand til at anvende Powerpoint og Word til at fremlægge deres data og udvalgte oplysninger om deres projektemner. Nogle grupper anvendte også i visse tilfælde programmerne SigPro og Audacity til at analysere deres data.

Grupperne er generelt gode til at præsentere stoffet både mundtligt og på posterne, som indbyder til at man vil læse dem, da de er overskuelige, men de er af varierende faglig kvalitet. Grupperne opnår følgende rangtal: Gruppe 1; 3. Gruppe 2; 4, Gruppe 3; 5 og Gruppe 4; 4.

Grunden til at Gruppe 3 opnår rangtallet 5 er, at de udviser en høj grad af forståelse for hvordan hydrofonen er opbygget og fungerer. De skelner også mellem retningsbestemte og omnidirektionelle piezokeramikstykker. (se citat fra Powerpoint-præsentationen ved Kompetence 2). De inddrager kemiske strukturer af keramikstykkerne og viser, at de har en sammenhængende forståelse for mini-projektets emne. Gruppen viser også, at det er en gruppe, som selvstændigt er gået dybere ind i teorien.

Mini-projektet lægger ikke op til at de skal præsentere grafer, og det er derfor umuligt at vurdere om eleverne er i stand til at danne og tolke grafer i tids- og frekvensdomænet. Gruppen giver indtryk af at have opnået en erkendelse af det stof deres mini-projekt omhandler, de kan sætte sig ind i de kemiske strukturer og analysere og forklare de figurer, som er relevante i forhold til hydrofonens funktion.

Kompetence 5 (It)

Ingen af grupperne har lavet en frekvensanalyse af lydene. Så ingen af grupperne har analyseret sig frem til hvilket frekvensspektrum deres dyr befinder sig i.

Gruppe 1 opnår rangtallet 2 fordi de viser, at de har anvendt Audacity, da de præsenterer et frekvensspektrum for sælen, men det er en graf fra tidsdomænet og ikke fra frekvensdomænet. De viser dermed ikke forståelse af hvad et frekvensspektrum er. Eleven som præsenterer deres beregninger virker som om han har forstået princippet bag beregningerne af lydstyrken. Det fremgår ikke af materialet om gruppen har en forståelse af hydrofonen og forstærkerens funktion. Det er svært ud fra materialet at konkludere noget om gruppens forståelse af begreberne frekvens, bølgelængde og lyds udbredelse, da gruppen ikke inddrager det særlig meget i deres præsentationer. Dog laver de en god sammenligning af menneskets og sælens høreelse og viser her, at de har lidt forståelse af frekvens begrebet. Gruppen giver udtryk for, at have en forståelse af begreberne lydstyrke, intensitet og lydtryk og gruppen placerer den spættede sæl på en dB-skala. De viser, at de kan reproducere faktuel viden, men de anvender ikke deres viden. De kan anvende programmet Powerpoint og har anvendt Audacity.

Gruppe 2 opnår rangtallet 3, da de forklarer grafer og figurer som inddrages og der gives biologiske såvel som matematisk/fysisk faglige forklaringer. Gruppen viser, at de har benyttet Audacity, da de præsenterer grafer fra tidsdomænet. De oplyser, at de har brugt et computerprogram til at måle længden af et klik til 16 millisekunder. Men de laver ingen frekvensanalyse og præsenterer heller ikke grafer fra frekvensdomænet. De placerer knurhanen på en dB-skala, ud fra en antaget værdi, men viser på den måde at de kan anvende formlen for beregning af lydets intensitet og tryk. Ud fra materialet er det ikke muligt at vurdere om gruppen har opnået en forståelse for optagelsesudstyret. Derimod giver gruppen indtryk af at have en god forståelse af begreberne lydstyrke, intensitet og lydtryk.

Gruppe 4 opnår rangtallet 4.

Gruppen kan benytte både SigPro, Powerpoint og Word til bl.a. at præsentere og analysere deres data. Gruppen viser, at de har anvendt SigPro til at måle længden af et signal og interklik intervallerne. Det er virkelig godt. Det fremgår ikke om gruppen har forståelse for udstyret mht. hydrofon og forstærker.

Gruppe 3 opnår rangtallet 5, da de udviser en høj grad af forståelse for hvordan hydrofonen er opbygget og fungerer. Der skelnes også mellem retningsbestemte og omnidirektionelle piezokeramikstykker og de inddrager kemiske strukturer af keramikstykkerne og viser at de har en sammenhængende forståelse for mini-projektets emne. Gruppen viser også, at det er en gruppe som selvstændigt er gået dybere ind i teorien.

Mini-projektet lægger ikke op til at de skal præsentere grafer, og det er derfor umuligt at vurdere, om eleverne er i stand til at danne og tolke grafer i tids- og frekvens domænet. Men gruppen giver indtryk af at have opnået en erkendelse af det stof deres mini-projekt omhandler, og de kan sætte sig ind i de kemiske strukturer og analysere og forklare de figurer, som er relevante i forhold til hydrofonens funktion.

Deldiskussion og samlet vurdering

Grupperne opnår de samme rangtal i den samlede vurdering, som de opnåede i Kompetence 5. I netop denne kompetence skal eleverne arbejde med deres viden og anvende den til at analysere deres data og derfor giver det også et billede af deres overordnede forståelsesniveau. Derfor kan Kompetence 5 og den samlede vurdering anses for at være udtryk for det samme. I analysen af eleverne fra Case A bliver det dog tydeligt at det ikke altid behøver at hænge sådan sammen.

Gruppe 1 opnår rangtallet 2, fordi gruppen formår at arbejde fokuseret med deres projektemne lave nogle gode præsentationer, men de kommenterer ikke samtlige de grafer, formler og figurer de har inkluderet, og det tvivlsomt om gruppen har forstået det de gjort mht. placeringen af den spættede sæl på dB-skalen. Det er tydeligt, at gruppen har opnået en meget specifik viden om den spættede sæl, og de formår at formidle det videre til resten af klassen. De benytter deres antagede værdier til at vise, at de kan omregne fra lydstyrke til intensitet. De kommer slet ikke ind på hvad lydene bruges til og sætter dermed ikke deres viden i en kontekst og viser ikke overblik. Den samlede vurdering er, at gruppen har opnået en rimelig forståelse, men de kan ikke anvende deres viden, som er meget faktuel, og det virker som om deres viden er i mange spredte fragmenter. Gruppen fik rangtallet 2 i både Kompetence 2 og 3, og det kan derfor tyde på, at der er en sammenhæng mellem deres niveau i disse kompetencer, og hvor godt de er i stand til at analysere og anvende deres viden. Det kræver meget logisk, at de har opnået en viden, førend de kan anvende den.

Gruppe 2 opnår rangtallet 3. Gruppen er velovervejet og inkluderer faktuelle oplysninger om den grå knurhane og giver en rigtig god præsentation af hørelsesmekanismerne og forskellige lydproduktions mekanismer hos fisk. Gruppen giver udtryk for at have forståelse for både hørelsesmekanismen og produktionen af lyde hos fisk. Gruppen kommer ikke ind på anvendelsen af lydene. Selvom de skriver, at formålene med turen var at finde ud af om fisk taler sammen, og hvad lydene bruges til. Gruppe 2 fik rangtallet 3 i kompetencerne 2 og 3, og i sammenligning med Gruppe 1 er de på et højere niveau, hvilket også kommer til udtryk i hvor godt gruppen formår at anvende deres viden.

Gruppe 3 opnår rangtallet 5. Det er tydeligt at denne gruppe virkelig er gået i dybden med deres projekt og har forstået virkelig mange detaljer om hydrofonens funktion og opbygning. Det er specielt interessant, at gruppen formår at komme helt ned på molekylerniveau i opbygningen af det piezoelektriske element. Gruppen viser forståelse for, at lyd udbreder sig som lydbølger og trykændringer, og at det er det tryk som får piezokeramikken til at ændre struktur. ”Hydrofonen rammes af lydbølger”. Det er virkelig godt! Gruppen laver ikke frekvensanalyser, da det ikke er relevant for deres projekt. Desuden er det også umuligt at sige noget om gruppens forståelse af begreberne lydstyrke, intensitet og lydtryk.

Selvom denne gruppe klarer sig virkelig godt og får rangtallet 4 i Kompetence 2, opnår de ikke Kompetence 3, og dermed bliver deres projekt rettere et rent fysik projekt, og den oprindelige tværfaglighed, som var indarbejdet i forløbet mistes. Men gruppen viser forståelse for, at lyd udbreder sig som lydbølger og trykændringer, og at det er det tryk som får piezokeramikken til at ændre struktur. Jeg ser det som en indikation af at hydrofonbyggeriet kan hjælpe med at skabe en kobling mellem erkendelsen af at lyd er trykændringer, og at piezokeramikstykket ændrer struktur, når det rammes af tryk.

De tre grupper, som ikke arbejdede med at bygge deres egen hydrofon, kommer ikke ind på funktionen af udstyret, og det kan derfor ikke afgøres, om de har forstået funktionen. Men gruppen der arbejdede med hydrofoner gav en virkelig god præsentation af hydrofonens opbygning og funktion, og derigennem kan det være at eleverne har opnået viden om hydrofonens funktion.

Gruppe 4 opnår rangtallet 4, da de formår at arbejde fokuseret med deres projektemne og de laver nogle rigtig gode præsentationer. De kommenterer samtlige de grafer, formler og figurer de inkluderer i Powerpointen. På posteren kunne deres kommentarer godt være mere uddybede, ang. deres figurer om lyd og beregninger af lydstyrken. Mht. den biologiske del af projektet er gruppen velovervejnet og inkluderer faktuelle oplysninger om marsvinet. De giver en rigtig god beskrivelse af marsvinets hørelse, lydproduktion og anvendelse, og giver indtryk af at de har forståelse for frekvensbegrebet. Gruppen giver indtryk af, at have en god forståelse af begreberne lydstyrke, intensitet og lydtryk. De beregner lydstyrken og omregner den til lydstyrken i luft, og de anvender deres viden til at placere marsvinet på en dB-skala. Desuden viser de erkendelse af hvad marsvinet anvender højfrekvent lyd til. I Kompetence 2 og 3 opnår gruppen hhv. rangtallene 4 og 3, hvilket er højere end Gruppe 1 og 2, som tilsvarende fik lavere rangtal i den samlede vurdering. Det indikerer, at jo bedre eleverne har opnået Kompetence 2 og 3 desto bedre klarer de at anvende deres viden og evt. analysere og kommentere deres grafer. Denne gruppe nåede op på analyseniveau samlet set, og det kan tyde på at specielt Kompetence 2 er vigtig for at eleverne kan nå op på dette niveau, da Gruppe 2 havde fået rangtallet 3 i Kompetence 2, og samlet set ikke nåede op på analyseniveau. Denne tendens kan dog ikke tillægges for stor vægt, da analysen af gruppernes niveau i Kompetence 2 også er påvirket af det grupperne præsenterer af grafer, formler og faktisk relevant viden om fysik. Det kan derfor konstateres at de to kompetencer (2 og 5) i høj grad fungerer i et samspil.

Mht. opnåelsen af kompetence 1 bekræfter lærerne i interviewet at de ikke har haft fokus på at eleverne skulle arbejde med hypoteser, men det er noget som klassen har arbejdet med tidligere.

K: Når I ellers har arbejdet med projekter, har I så arbejdet med hypoteser normalt? For det er jo en af kompetencerne de skal opnå.

P: Det har vi gjort en lille smule i det ene projekt, ikke i alt det andet. Vi gjorde det lidt i lægemidler men i light udgaven. Så det første vi egentlig lavede ude på F&B det var egentlig det mest omfattende, jeg ved ikke om du har lavet noget som er i samme kaliber?

FK: Altså vi har jo arbejdet lidt ud fra rundkirkerne på Bornholm, hvor vi simpelthen opstillede hypotesen om at det var tempelherrerne der havde bygget dem. også skulle vi jo så ind og undersøge om det var rigtigt.

(.....)

K: Jeg lagde mærke til, at der er ingen af dem der har svaret på deres hypoteser og de har ikke rigtig opstillet nogen. –var I opmærksomme på at de skulle arbejde med hypoteser?

Både Fysik og biologilæreren: Nej det var vi jo faktisk ikke.

K: Men det gjorde det andet hold heller ikke, så der er en opgave i at formidle, at det er vigtigt.

Biologilæreren: Ja

Fysiklæreren: Det er også for meget.. altså det er noget som sker igennem alle 3 år, at de opnår kompetencer, man kan ikke sige, at nu tager vi denne her kompetence også lærer I den også når I kan den så tager vi fat på den næste. Du bliver nød til at have dem med i spillet på en eller anden måde, og så til sidst se på hvilket niveau de har nået.

Biologilæreren: Og det med hypoteser skal selvfølgelig også starte et sted også. (Se Bilag A6).

Lærerne påpeger her en vigtig pointe om, at det er normalt at tilegnelsen af kompetencer er noget som sker gradvist. Det giver derfor mere mening, at sige at Lyd&Liv vil kunne støtte elevernes kompetence udvikling mht. hypotesedannelser. Men for at det bliver muligt skal lærerne også være opmærksomme på at det er indarbejdet i undervisningen.

Grupperne har generelt arbejdet meget fokuseret med deres projektemner, på den måde opnår de en del viden indenfor netop det område. Men det bevirker at grupperne bliver meget specialiserede, og især Gruppe 3 opnår ekstremt meget viden om netop funktionen af hydrofonen, men de kommer ikke til at arbejde med biologiske problemstillinger. Omvendt opnår de grupper som ikke har arbejdet med hydrofonen ikke den samme specifikke viden indenfor deres område. Derfor er det meget vigtigt at grupperne præsenterer deres projekter for hinanden, da de derigennem forhåbentligt kan opnå forståelse gennem de andre gruppers foredrag.

Grupperne havde generelt høje rangtal i Kompetence 4, da de var rigtig gode til at præsenterer deres projekter, hvilket lærerne også er bevidste om at deres elever er gode til.

K: Så er der kompetence 4

Biologilæreren: Det er den med formidlingen

Fysiklæreren: Det kan de bare

K: Ja det kan de faktisk bare (se bilag A6)

Denne evne til at formidle er højst sandsynligt noget grupperne mestrede godt i forvejen, men Lyd&Liv har bidraget yderligere til at udvikle denne kompetence hos eleverne.

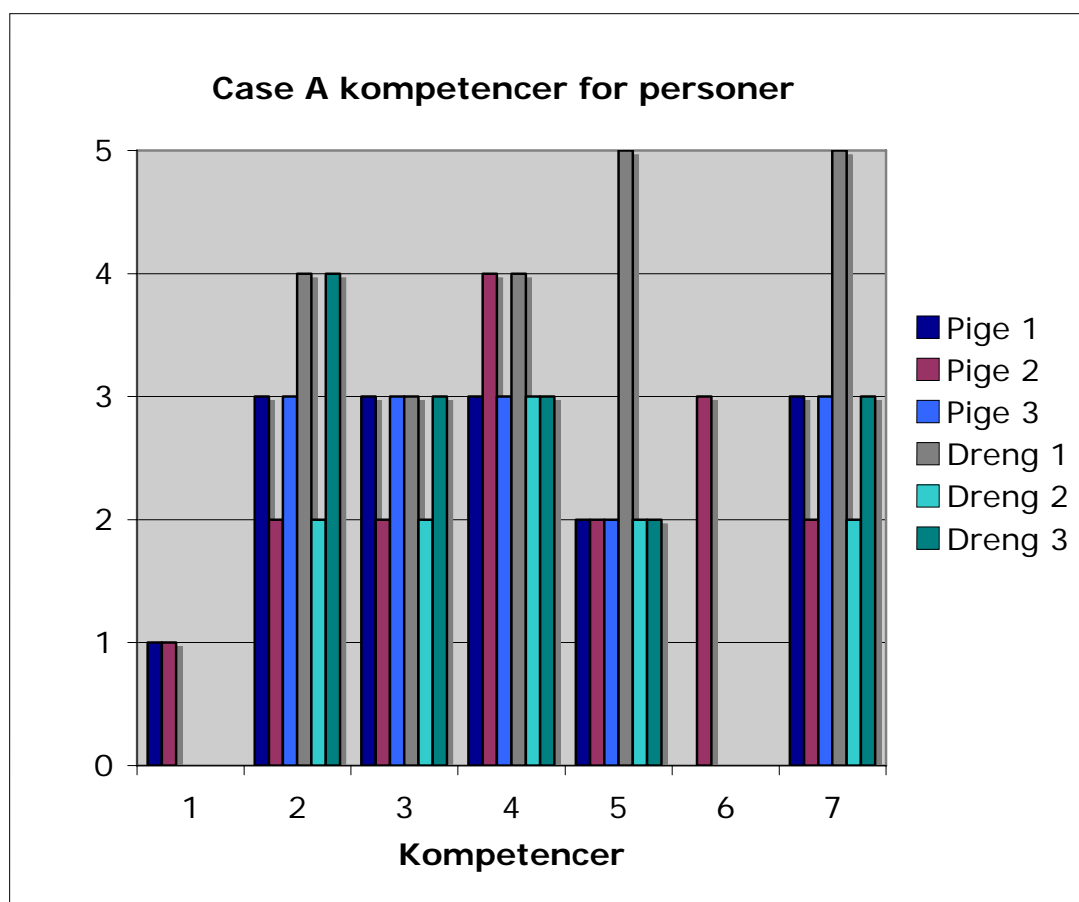
Ingen af grupperne har lavet en frekvensanalyse af lydene. Det skyldes at computerprogrammet SigPro var det primære program grupperne skulle anvende, og dette program var for svært og ulogisk at anvende. Grupperne har til dels anvendt Audacity i stedet, men det er tænkeligt, at de har afvist at arbejde videre med lydfilerne efter, en for mange, frustrerende oplevelse med lydprogrammet SigPro på Fjord&Bælt.

SigPro er udviklet til universitetsstuderende og er ikke særlig brugervenligt. Derfor er det helt forståeligt, at eleverne ikke har kunnet anvende det i deres analyser. Der var lavet en manual, men det vil tage uforholdsmæssig lang tid for eleverne at sætte sig ind i dette program i forhold til at de samtidig skal finde ud af hvad en frekvensanalyse egentlig er for noget. Det viser, hvor vigtigt det er at udvælge et velegnet computerprogram til undervisningen. Derudover fungerede forsøgene ikke, f.eks. var fiskene tavse under forsøget, og gruppen fik derfor aldrig de optagelser de skulle have fået, og måske derfor heller ikke den forståelse for hvorfor og hvornår fiskene producerer lyde.

De vigtigste pointer er:

- At grupperne stort set ikke opnåede Kompetence 1 og 6, hvilket kan hænge sammen med hvilket fokus lærerne har haft. Bl.a. var de ikke opmærksomme på at eleverne skulle arbejde med hypoteser.
- At Gruppe 3 lavede et rent fysikprojekt og den oprindelige tværfaglighed, som var indarbejdet i forløbet mistes.
- At det tyder på at Kompetence 2 er afgørende for om grupperne kan analysere og kommentere deres grafer, og dermed har betydning for gruppernes opnåelse af Kompetence 5.
- Hvis Kompetence 2 og 3 er ringe opnået kommer det også til udtryk i analysen af graferne, og dermed påvirker det gruppernes opnåelse af Kompetence 5.
- At brugervenlig software skal anvendes i undervisningen.
- At grupperne var rigtig gode til at præsentere deres projekter, hvilket de højst sandsynligt var i forvejen, men Lyd&Liv kan have bidraget yderligere til udviklingen af denne kompetence.
- Hydrofonfremstillingen kan måske fremme en forståelse af at lyd udbredes som trykforskelle.
- Forsøgene med lydoptagelser fungerede ikke og dette havde en effekt på elevernes motivation og udbytte af forløbet

Kompetenceanalyse af de seks interviewede elever fra Case A



Graf 13. Grafen viser hvilke rangtal de 6 interviewede elever fra Case A har opnået i de 6 kompetencer. Kompetence 7 betegner den samlede vurdering af eleven. Analyserne kan ses i Bilag A4.

Eleverne deltog i følgende projekter:

Projekt 1, Spættet sæl: Pige 1, Pige 3, Dreng 2 og Dreng 3

Projekt 2, Grå knurhane: Ingen interviewede elever

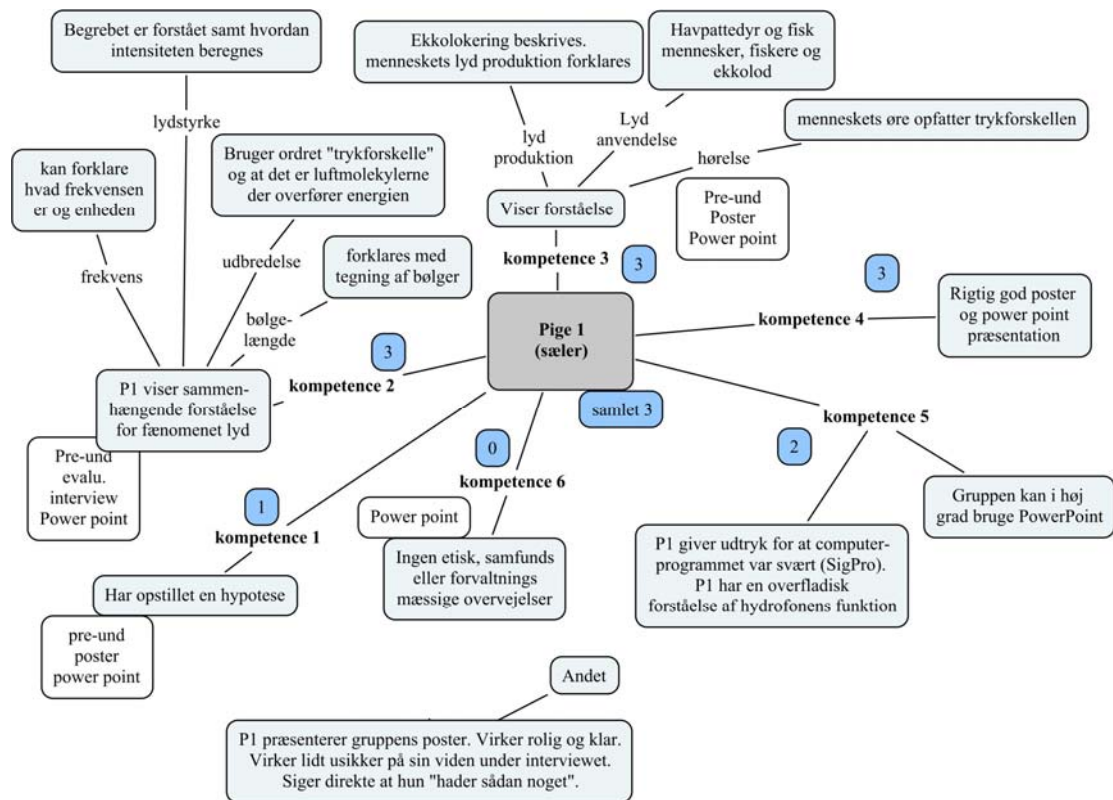
Projekt 3, Lav din egen hydrofon: Dreng 1

Projekt 4, Marsvin: Pige 2

På de efterfølgende sider er der præsenteret 6 mind-maps (figur 39-44) som giver en oversigt af analyserne af de interviewede elever. Der er angivet hvilket rangtal hver elev har opnået samt stikord til den bagved liggende argumentation i analysen. I Bilag A4 findes de komplette analyser.

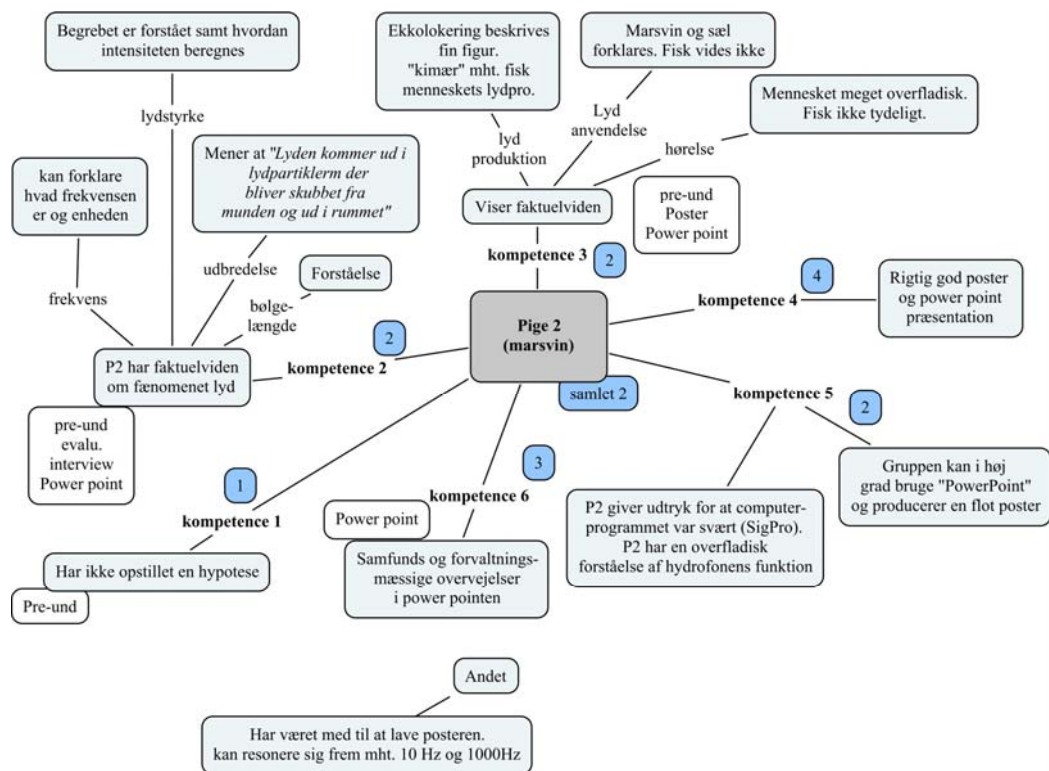
Generelt findes det samme mønster som i analyserne af grupperne; eleverne har stort set ikke opnået Kompetence 1 og 6. Derudover der en del forskel på hvad de enkelte elever har opnået af rangtal i forhold til deres respektive grupper.

Pige 1



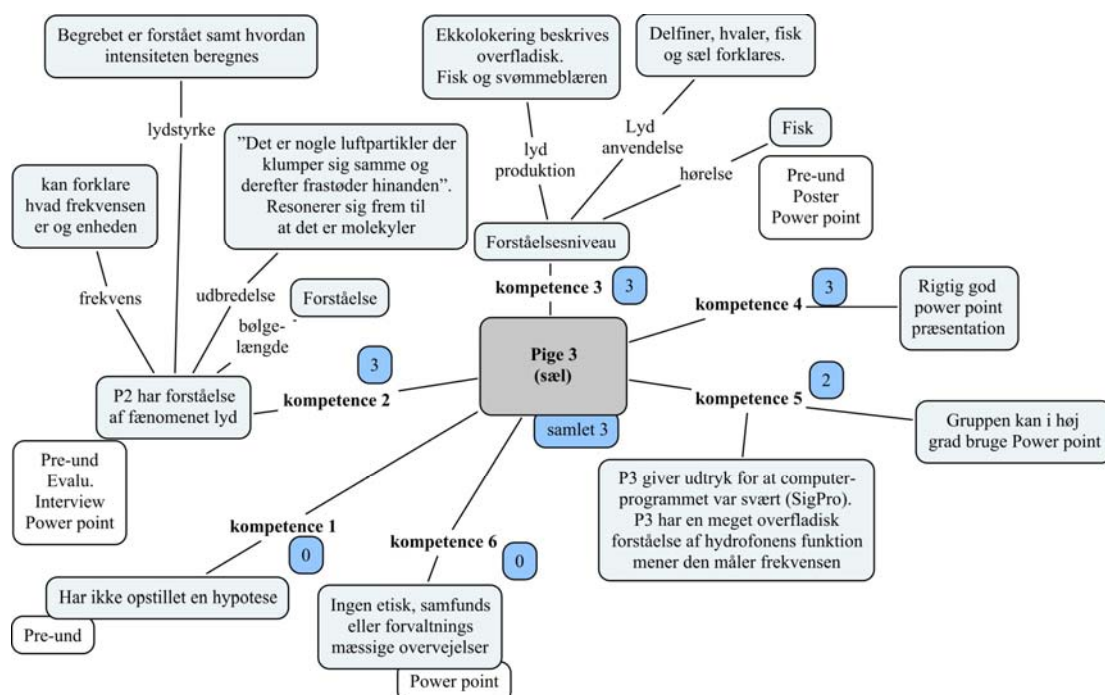
Figur 39. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal pige 1 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Pige 2



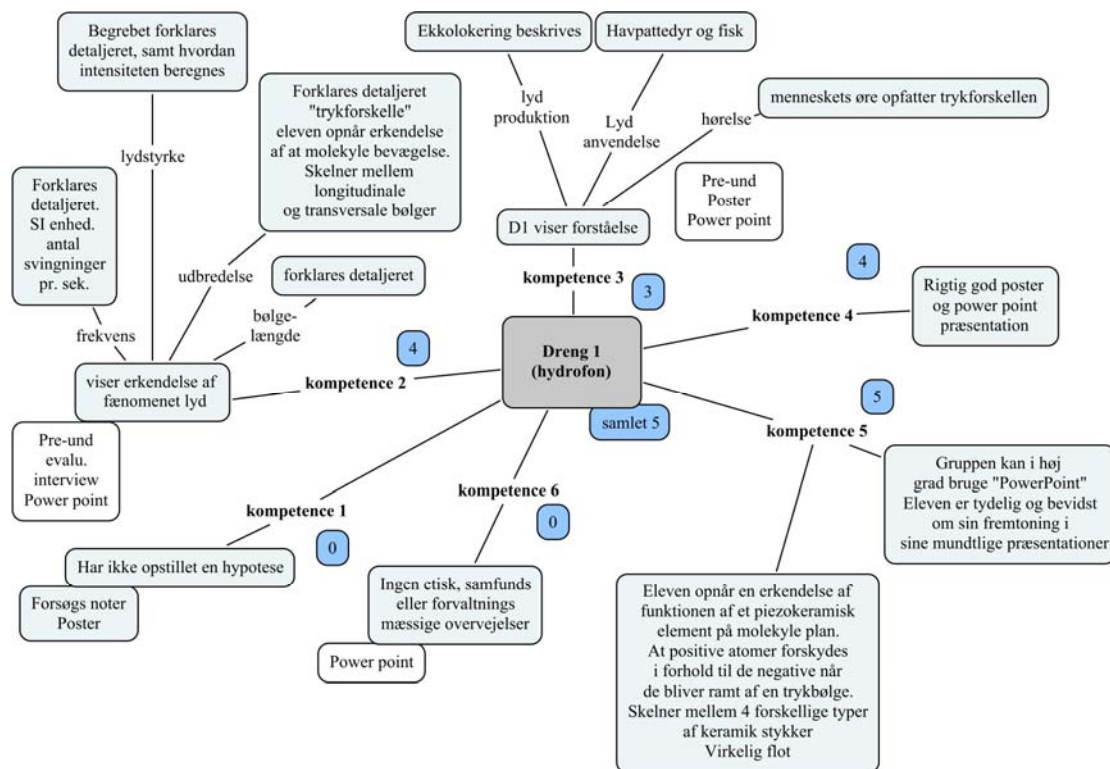
Figur 40. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal pige 2 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Pige 3



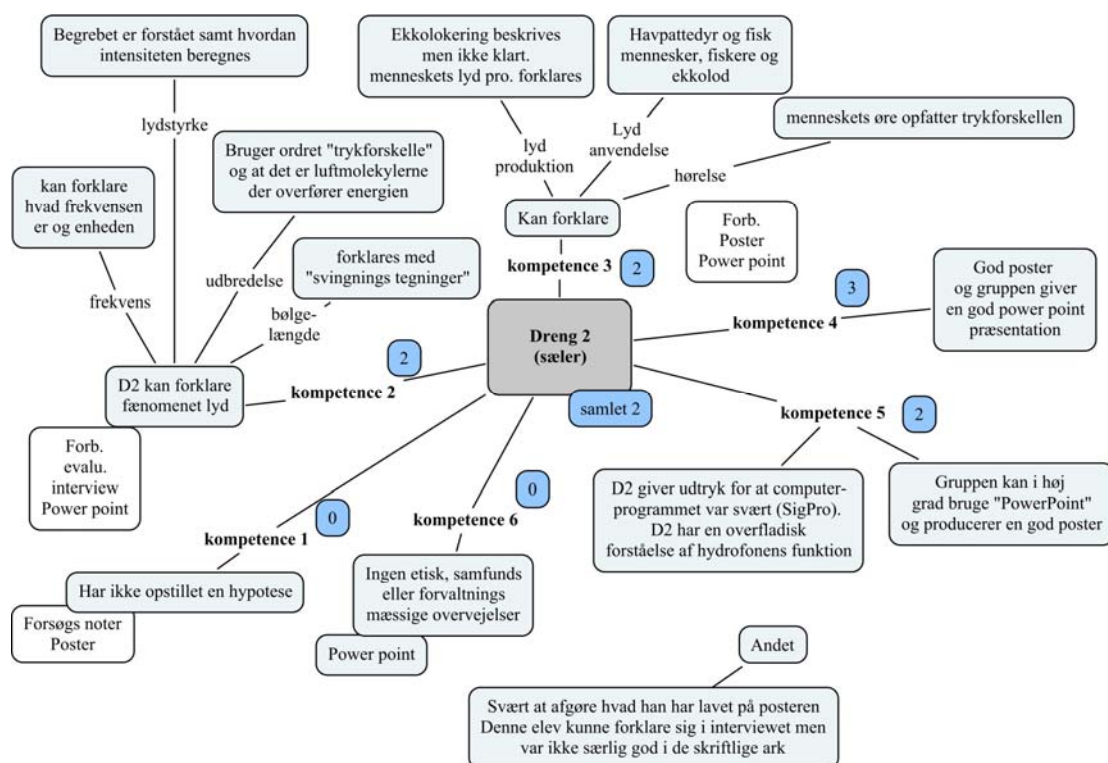
Figur 41. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal pige 3 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Dreng 1



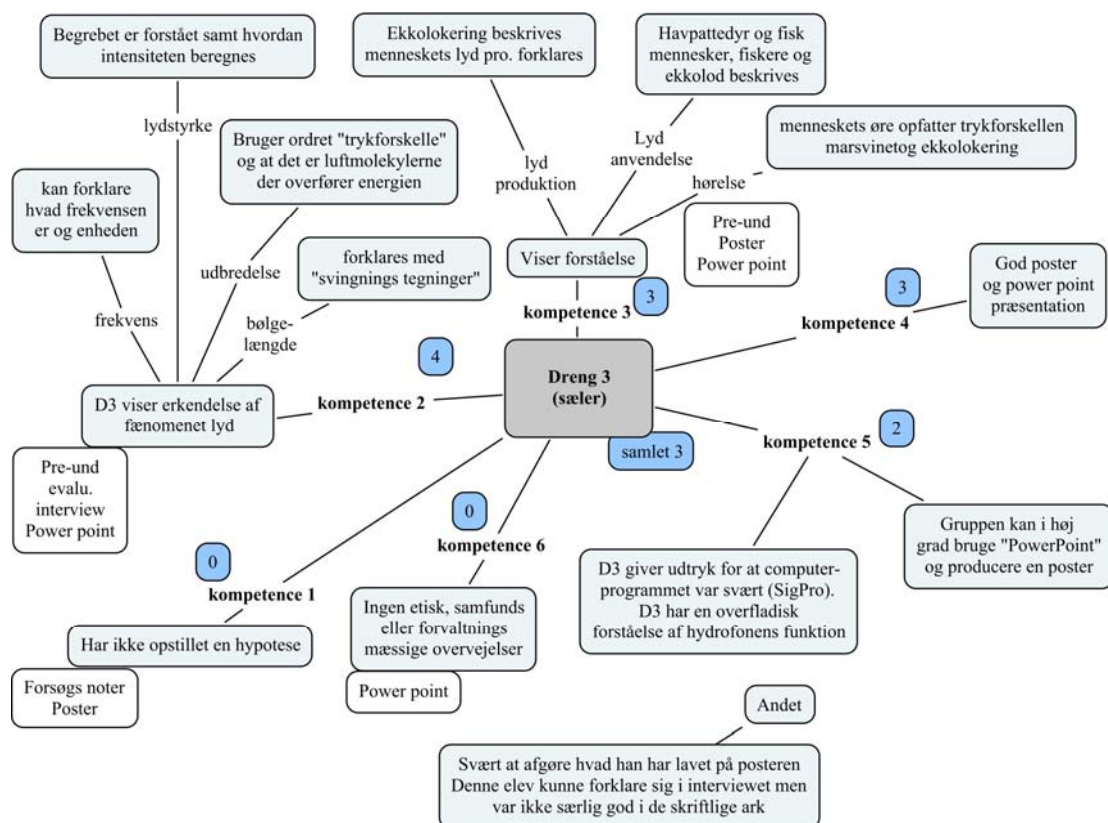
Figur 42. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal dreng 1 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Dreng 2



Figur 43. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal dreng 2 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Dreng 3



Figur 44. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal dreng 3 fra Case A opnåede i de forskellige kompetencer, samt stikord til det bagved liggende analysmateriale.

Kompetence 1 (Hypotese)

Ud fra elevanalyserne er det meget sparsomt hvor meget yderligere information der bliver opnået mht. hvorvidt grupper eller enkelte elever opnår denne kompetence. Der henvises derfor til analysen af de fire grupper på side 114-123.

Der er en af pigerne, som uafhængigt af gruppen har opstillet en hypotese. Hypotesen besvares hverken i evalueringsarket, i Powerpoint-præsentationen eller på posteren. Den gruppe hun var med i havde ikke lavet en hypotese og Pige 1 opnår derfor kompetencen dårligt og får rangtallet 1.

Pige 2 opnår rangtallet 1, fordi gruppen har opstillet en hypotese, som de ikke besvarer.

Kompetence 2 (fysik)

Pige 2 og Dreng 2 opnår rangtallet 2, deres grupperne opnåede hhv. rangtallene 4 og 2.

Pige 2 opnår dermed et rangtal som er betydeligt lavere end gruppens.

Pige 1 og 3 opnår rangtallet 3, hvilket er højere end deres gruppe som opnåede rangtallet 2.

Dreng 1 og 3 opnår rangtallet 4, hvilket er det samme for Dreng 1s gruppe, men Dreng 3 opnår et betydeligt højere rangtal end sin gruppe, der opnår rangtal 2. I interviewet giver Dreng 3 klart indtryk af at være på forståelsesniveau. Eleven taler om trykforskelle, der bliver skabt vha. vibrationer, og at luftmolekylerne bevæger sig, men den flytter dem ikke, de bevæger sig sådan op og ned. Eleven har desuden forståelse for, at der ikke er lyd i et lufttomt rum pga. at der intet tryk er, og dermed ikke kan opstå trykforskelle. Eleven har styr på frekvensen, og kan ræsonnere sig frem til hvilken frekvens, der har den længste bølgelængde (10Hz og 1000Hz). Eleven kan også forklare hvad lydstyrke er, samt huske formlerne og hvordan de anvendes.

Kompetence 3 (biologi)

Pige 2 og Dreng 2 opnår rangtallet 2, resten af eleverne opnår rangtallet 3.

Pige 2 opnår et rangtal som er lavere end gruppen, der opnår rangtallet 3. Derimod opnår Dreng 3 det samme som sin gruppe. Resten af eleverne fra denne gruppe opnår et højere rangtal end gruppen.

Dreng 1 viser at han har opnået rangtallet 3, selvom han har lavet projekt om den hjemmelavede hydrofon, og der ikke bliver inddraget noget relevant fagligt i forhold til Kompetence 3 i gruppens præsentationer. Der spørges ikke ind til havpattedyr og biologi i interviewet, derfor er det kun for- og efterundersøgelserne, som ligger til grund for denne analyse. I dette materiale giver eleven indtryk af at have et godt overblik, og en meget sammenhængende forståelse.

Kompetence 4 (formidling)

Pige 2 og Dreng 1 opnår rangtallet 4, resten af eleverne opnår rangtallet 3.

Grunden til at Dreng 1 opnår rangtallet 4 er, at han laver en virkelig god Powerpoint præsentation, som er meget klart og detaljeret formuleret, men han overtager det meste af oplægget. Hans gruppe opnår rangtallet 5.

Pige 2 gruppe opnår også rangtallet 4. De fire andre elever opnår samme rangtal som deres gruppe.

Kompetence 5 (it)

Samtlige elever opnår rangtallet 2, på nær Dreng 1 som opnår rangtallet 5.

Dreng 2 og 3 og Pige 1 og 3 var med i Gruppe 2, som lavede projekt om den spættede sæl. I gruppens præsentation viser de, at de har anvendt Audacity, når de præsenterer et frekvensspektrum for sælen, men det er graf fra tidsdomænet og ikke fra frekvensdomænet. De viser dermed ikke forståelse af hvad et frekvensspektrum er. Samtlige fire elever kommenterer computerprogrammet i interviewet og det viser sig, at de haft meget svært ved at anvende programmet.

Dreng 1 giver udtryk for, at han ved at hydrofonen måler trykforskelle, som opstår som trykvariation i forhold til normaltrykket i vandet pga. lydbølger, og han har styr på hvad der sker i piezokeramikken. Gruppen udviser en høj grad af forståelse for hvordan hydrofonen er opbygget og fungerer. De skelner også mellem retningsbestemte og omnidirektionelle piezokeramikstykker. De inddrager kemiske strukturer af keramikstykkerne og viser, at de har en sammenhængende forståelse for mini-projektemnet. Derfor vurderes gruppen såvel som eleven til at have opnået kompetencen virkelig godt.

Pige 2 fortæller, at hun ikke har været med til at arbejde med lydanalyseprogrammet, derfor opnår hun rangtallet 2, selvom gruppen opnår rangtallet 4, hvilket de bl.a. opnår fordi de viser, at de har anvendt SigPro til at måle længden af et signal og interklik intervallerne.

Kompetence 6 (samfundsperspektiver)

Det er kun Pige 2 som opnår rangtal for kompetence 6, fordi gruppen inddrager samfundsmæssige aspekter i deres præsentationer, derfor opnår Pige 2 rangtallet 3.

Deldiskussion og samlet vurdering

Dreng 2 opnår rangtallet 2 og flytter sig umiddelbart lidt igennem forløbet. Han har faktisk viden og forståelse på en del områder, i større sammenhængende fragmenter, men begreberne bliver ikke altid koblet helt sammen. F.eks. kan eleven ikke ræsonnere sig frem til hvilken frekvens, der vil have den længste bølgelængde. Eleven giver indtryk af at have en overfladisk forståelse af de biologiske termer. Det vurderes at eleven har opnået faktisk viden, som er fragmenteret. Eleven har ikke en sammenhængende forståelse.

Pige 2 opnår også rangtallet 2, da hun er en elev med faktuelviden, som virker fragmenteret, både hvad angår fysik og biologi. I interviewet kan eleven ikke skelne mellem frekvens og lydstyrke. Pige 2 klarer sig derfor dårligere end sin gruppe der opnår et samlet rangtal på 4.

De andre elever opnår rangtallet 3, på nær Dreng 1, der opnår rangtallet 5.

Dreng 3 viser en sammenhængende forståelse for "lyd" under interviewet, men i arkene er eleven ikke særlig klar, og forklaringerne er meget overfladiske. Eleven virker derfor til at have flyttet sig gennem forløbet og som lærerne siger så er han en elev der er stille og har brug for tid.

Fysiklæren: Ja han er stille.

K: Og ud fra det han havde svaret var det ikke så godt, men under interviewet var det godt.

Fysiklæren: Ja men han er meget længe om at forstå tingene, lidt længere end de andre.

Biologilæren: Men til gengæld så arbejder han altså.

Fysiklæren: Men han forstår det ligeså godt som de andre.

K: Så det kan være at efter at han har været gennem forløbet at.

Fysiklæren: Ja det tror jeg faktisk at det derude har givet ham rigtig meget og det du trak dem igennem der til sidst. Ja det har det.

K: Ja for jeg kunne nemlig se i interviewet der kunne han sagtens forklare det.

Biologilæren: Der har han også tid. (Bilag A6).

Eleven virker desuden til, at have et godt overblik og forståelse for både biologien og fysikken. Da denne elev blev vurderet i forundersøgelsen, blev han placeret i kategorien under middel, men i interviewet har han helt styr på fænomenet lyd. Desværre bliver de biologiske aspekter ikke belyst i interviewet, men Dreng 3 udviser et langt højere niveau end sin gruppe, der opnår rangtallet 2 både i Kompetence 2 og i den samlede vurdering.

Pige 3 er en elev, som er svær at bedømme, men det lader til at hun flytter sig en del gennem forløbet. I interviewet giver hun indtryk af, at have opnået forståelse, men det er i store fragmenter, og det er svært at sige hvor mange forbindelser der er i mellem fragmenterne. Hun laver et godt mindmap, som viser at hun har overblik, men hun har ikke forstået at lyd udbredes som trykændringer. Hun taler om svingninger i interviewet og om noget, der skubber til hinanden. Pige 3 vurderes til at være midt mellem forståelses- og faktisk vidensniveau. Hun har megen viden i større fragmenter, det virker ikke som om der er mange sammenhænge, men der er nogle.

Pige 1 er en elev, der viser høj grad af sammenhængende forståelse for stoffet, men hun bliver nervøs under interviewet, når hun skal forklare det i ord, men hun kommer igennem med det. Hun vurderes til at være på forståelsesniveau.

Både Pige 1 og 3 har opnået en bedre samlet vurdering end deres gruppe.

Dreng 1 udviser allerede i forberedelsesarket en sammenhængende forståelse af begrebet lyd. Eleven skelner mellem lydstyrken og lydintensiteten og forklarer samtidig sammenhængen, samt enheder og formler.

I evalueringsarket har eleven lavet et virkelig godt og overskueligt mindmap. Eleven skelner mellem longitudinale og transversale bølger i interviewet. Eleven opnår forståelse for at det er molekylerne, der bevæger sig pga. trykpåvirkning. Eleven forklarer den menneskelige hørelse og skriver, at ”fisk både kan høre og udsende varierede lydssignaler”. Han forklarer desuden ekkolokalisering. Under den mundtlige præsentation bevæger eleven sig lidt rundt foran klassen og er ikke bange for at stille sig op foran tavlen. Desuden benytter eleven sine hænder til at fortælle og viser deres hydrofon frem, samtidig med at han forklarer om den. Han virker bevidst om sin fremtoning, og han virker sikker i stoffet. Samlet set er det en elev, som når op på et erkendelsesniveau, hvor han er i stand til at analysere og forstå hvad der sker inden i piezokeramik stykket. Eleven udviser samtidig et virkelig godt sammenhængende overblik.

I modsætning til analysen af grupperne, hvor de opnåede de samme rangtal i den samlede vurdering og i Kompetence 5, opnår eleverne generelt højere rangtal i den samlede vurdering end de gjorde i Kompetence 5. Det skyldes hovedsageligt, at eleverne generelt gav udtryk for, at de ikke havde deltaget i analysen af lydfilerne og anvendelsen af computerprogrammerne SigPro og Audacity. Det indikerer, at det er nogle enkelte elever i grupperne, som har været ansvarlige for behandlingen af data. En af pigerne sagde direkte i interviewet, at de havde delt gruppen op i dem der lavede posteren og dem der stod for Powerpointen, og at der var nogen som havde stået for at arbejde med graferne.

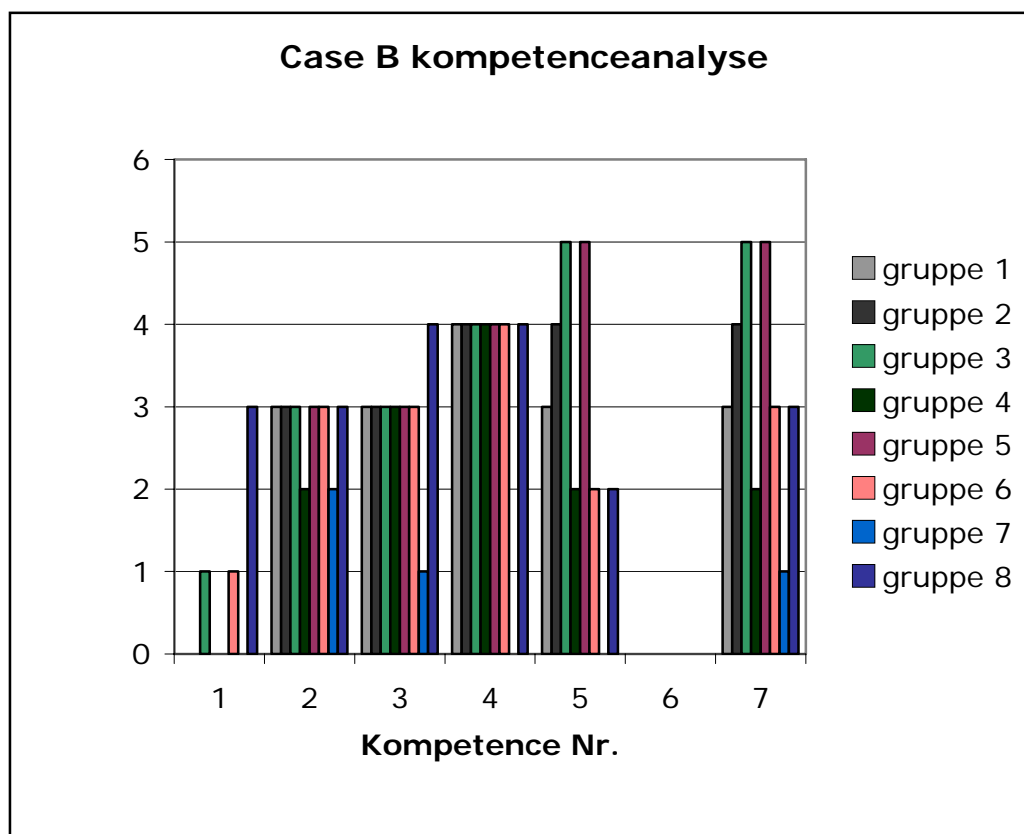
Generelt er der tilfælde hvor eleverne enten klarer sig enten dårligere eller bedre end deres gruppe, og det kan være en indikation af mange ting, hvor de evt. kan gemme sig lidt i grupperne, ikke deltager aktivt, eller gruppen har svært ved at samarbejde. I karakteristikken af Case A fremgår det, at det er en klasse som kan have store samarbejdsproblemer.

De vigtigste pointer for kompetenceanalysen af eleverne er:

- Det tyder på at der er nogle enkelte elever, som har været ansvarlige for dataanalysen og dermed er det ikke alle individer i grupperne, der opnår denne kompetence.
- Computerprogrammet SigPro var for svært at anvende.
- Selvom Dreng 1 hovedsageligt havde arbejdet med et fysikfokuseret projekt opnåede han forståelsesniveau mht. biologiske aspekter.
- Kompetence 1 og 6 blev stort set ikke opnået.
- Hvorvidt individuelle elever opnår de enkelte kompetencer er ikke altid i overensstemmelse med det niveau deres respektive grupper har opnået kompetencerne på.
- Nogle af ovenstående pointer stemmer overens med kompetenceanalysen for grupperne og generelt kan det konkluderes at computerprogrammet SigPro var for svært og lærere og elever skal fremover støttes mere med materialer og vejledning af Fjord&Bælt når der anvendes et andet program til dataanalysen. Det kan også konstateres at lærerne har stor betydning for hvad der arbejdes videre med og dermed hvilke kompetencer eleverne kan opnå. Mht. gruppearbejdet, tyder det på at der er risiko for at enkelte individer udfører det meste af dataanalysen, der er vigtigt at påpege overfor lærerne i fremtiden.

Analyse af samtlige grupper fra Case B

Graf 14 er en oversigt af hvilke rangtal de enkelte grupper har opnået indenfor hver kompetence. Kompetence 7 betegner den samlede vurdering af gruppens niveau.



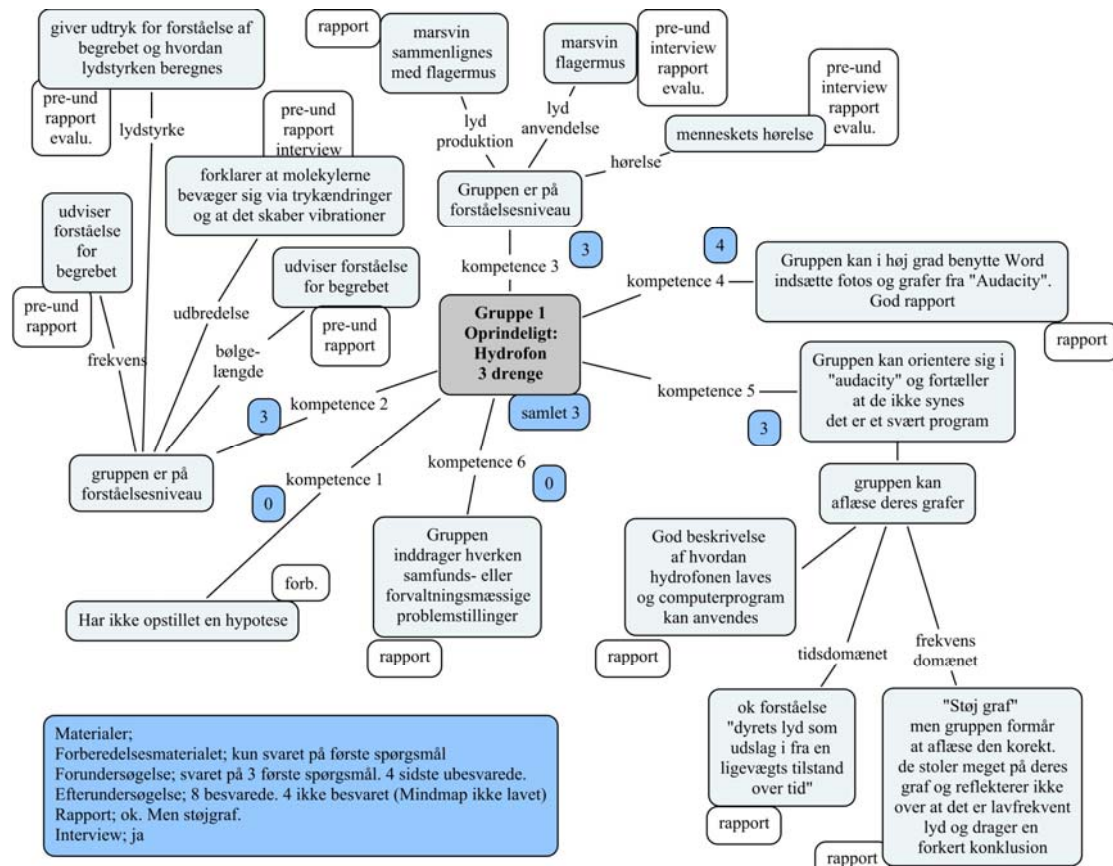
Graf 14. Grafen viser hvilke rangtal samtlige 8 grupper fra Case B har opnået i de 6 kompetencer. Kompetence 7 betegner den samlede vurdering af gruppen. Analyserne kan ses i Bilag B9.

På grafen ovenover ses det at gruppe 7 generelt ikke har opnået nogen af kompetencerne, det skyldes at meget af materialet fra denne gruppe aldrig blev gjort færdigt.

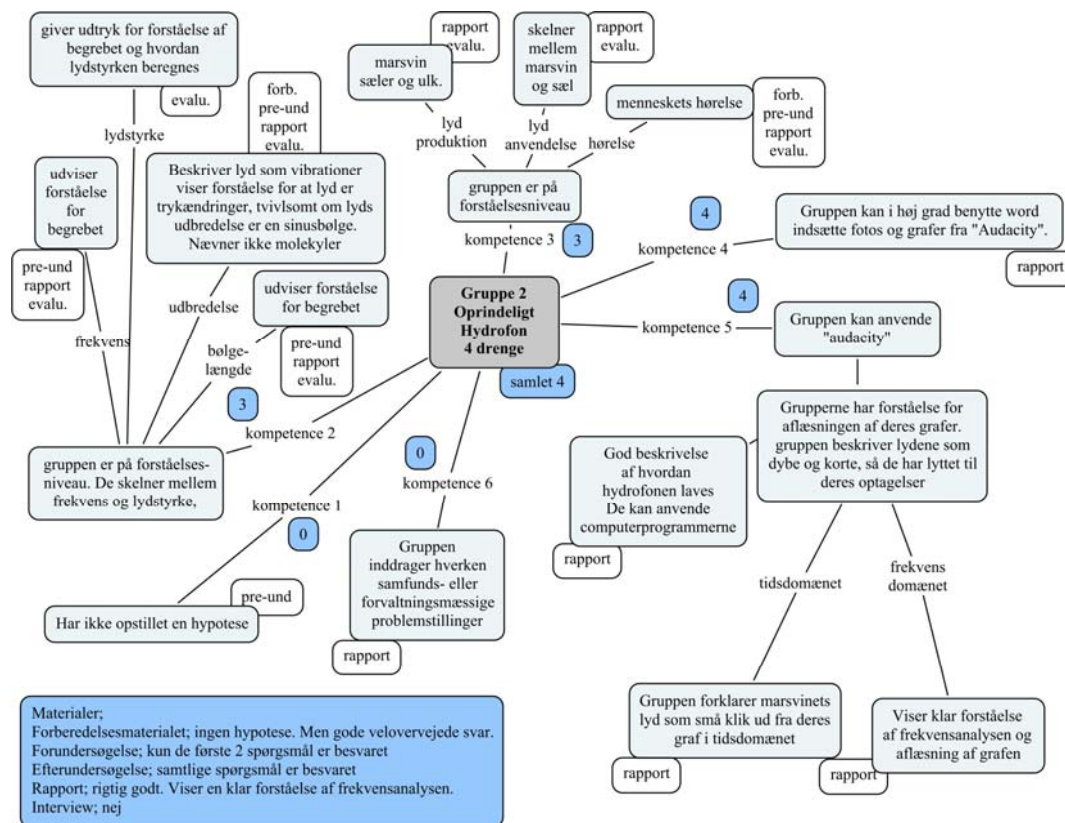
Biologilæreren: *“Jeg har nu talt med den gruppe, hvis endelige produkt, du mangler. Det viser sig, at produktet, som du påpejede, slet ikke er blevet færdigt. Gruppens medlemmer skrev hvert sit afsnit, men nåede aldrig at samle det. De resterende gruppemedlemmer har ledt efter deres elementer, men uden held”* (se bilag B7)

Grupperne havde fået udleveret en vejledning fra deres biologilærer med retningslinier for indholdet (se bilag B8 eller s.60)

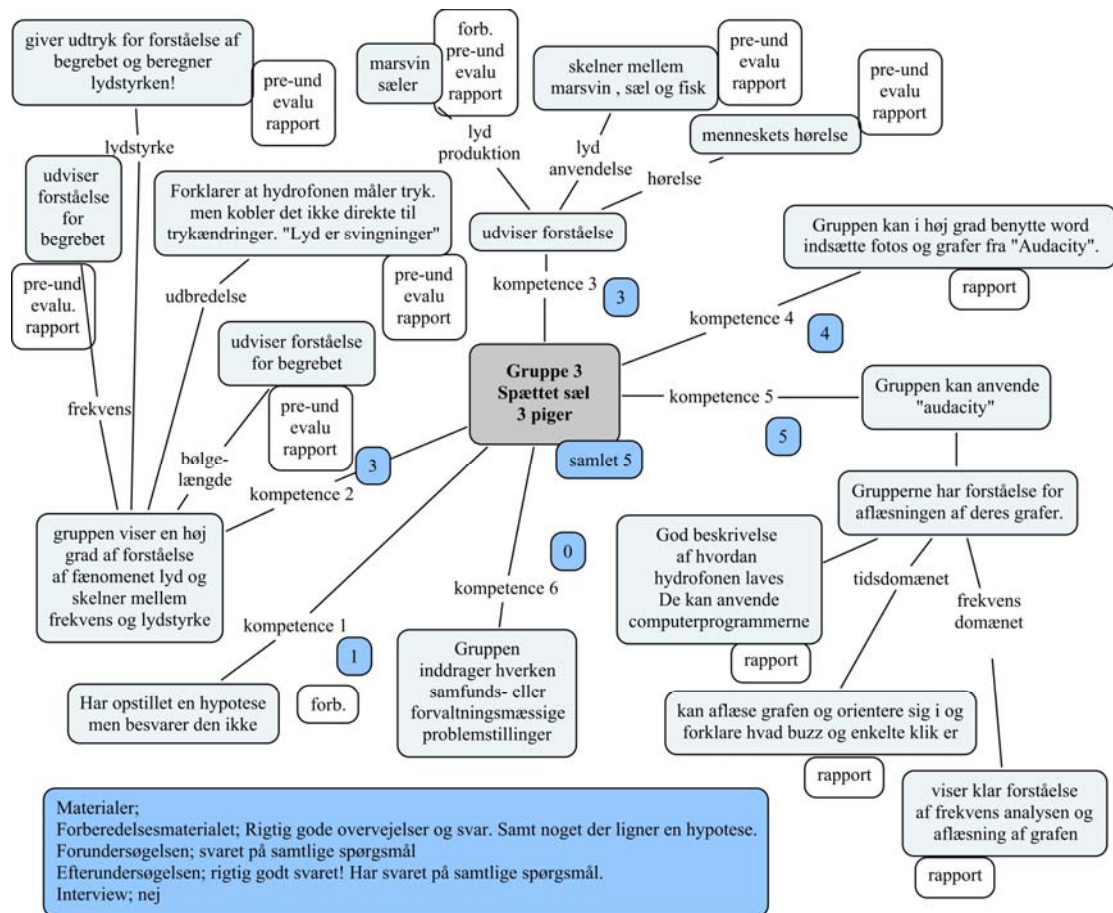
På de efterfølgende sider er der præsenteret 8 mind-maps (figur 45-52) som giver en oversigt af analyserne af grupperne. Der er angivet hvilket rangtal hver gruppe har opnået samt stikord til den bagved liggende argumentation i analysen. I Bilag B9 findes de komplette analyser.



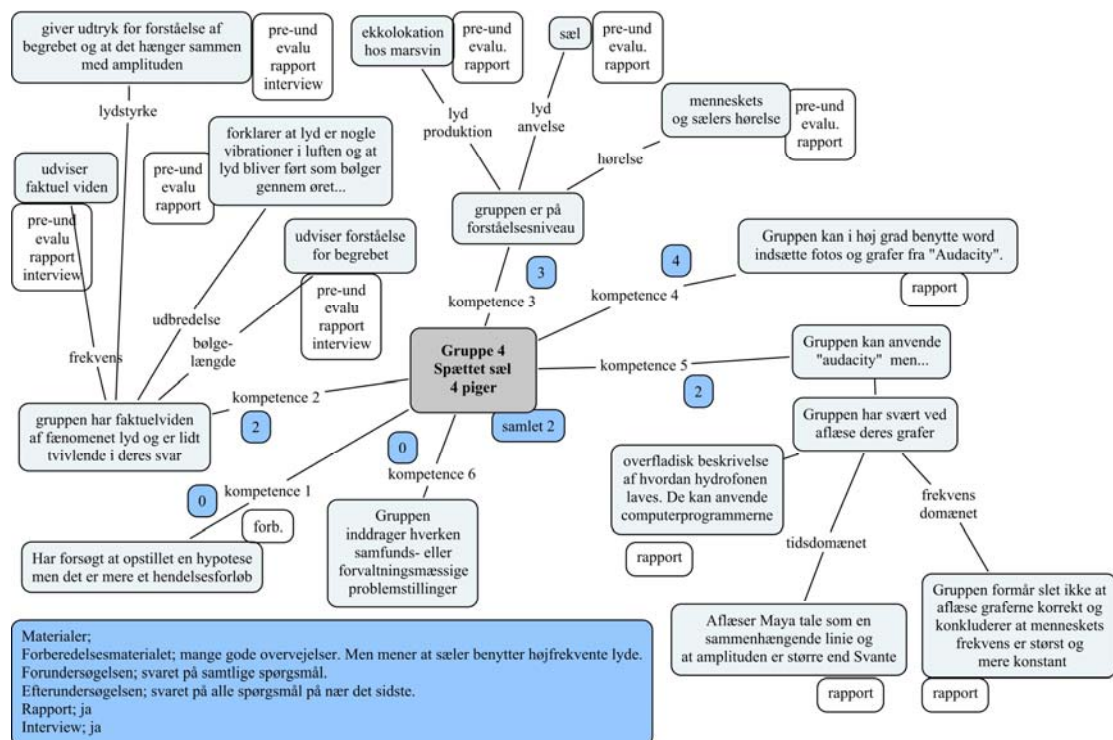
Figur 45. Viser et mind-map over hvilke rangtal gruppe 1 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer.



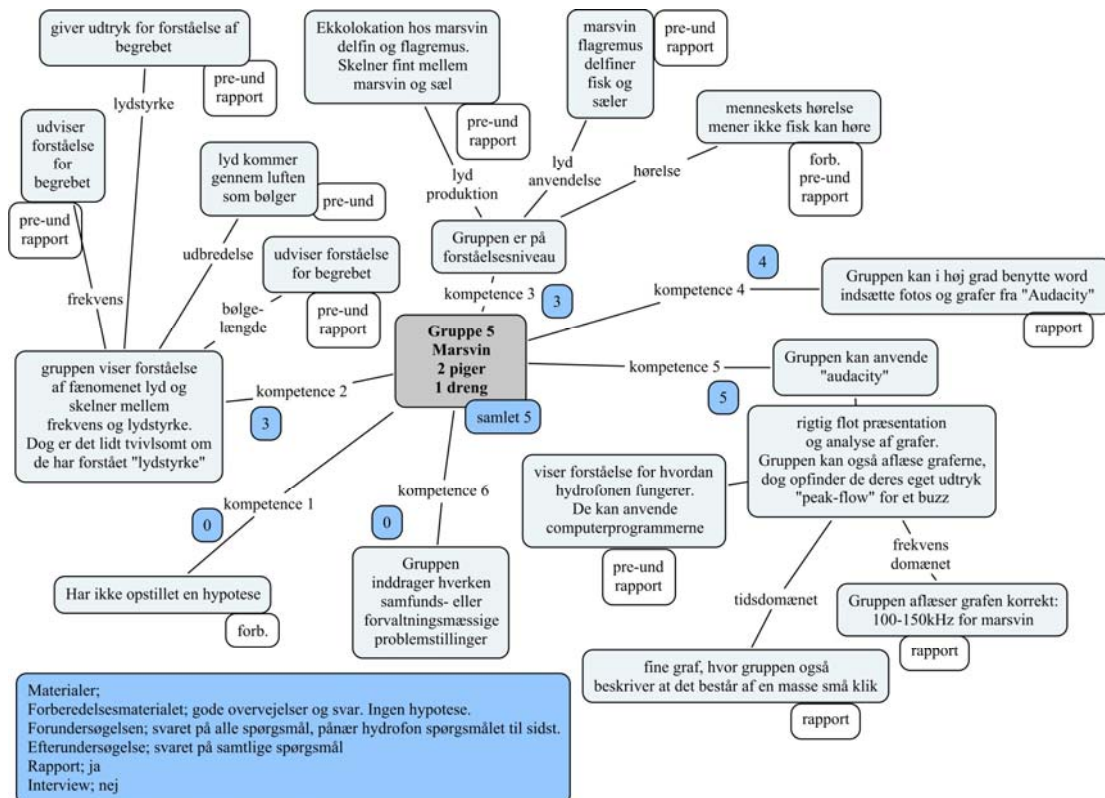
Figur 46. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 2 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer.



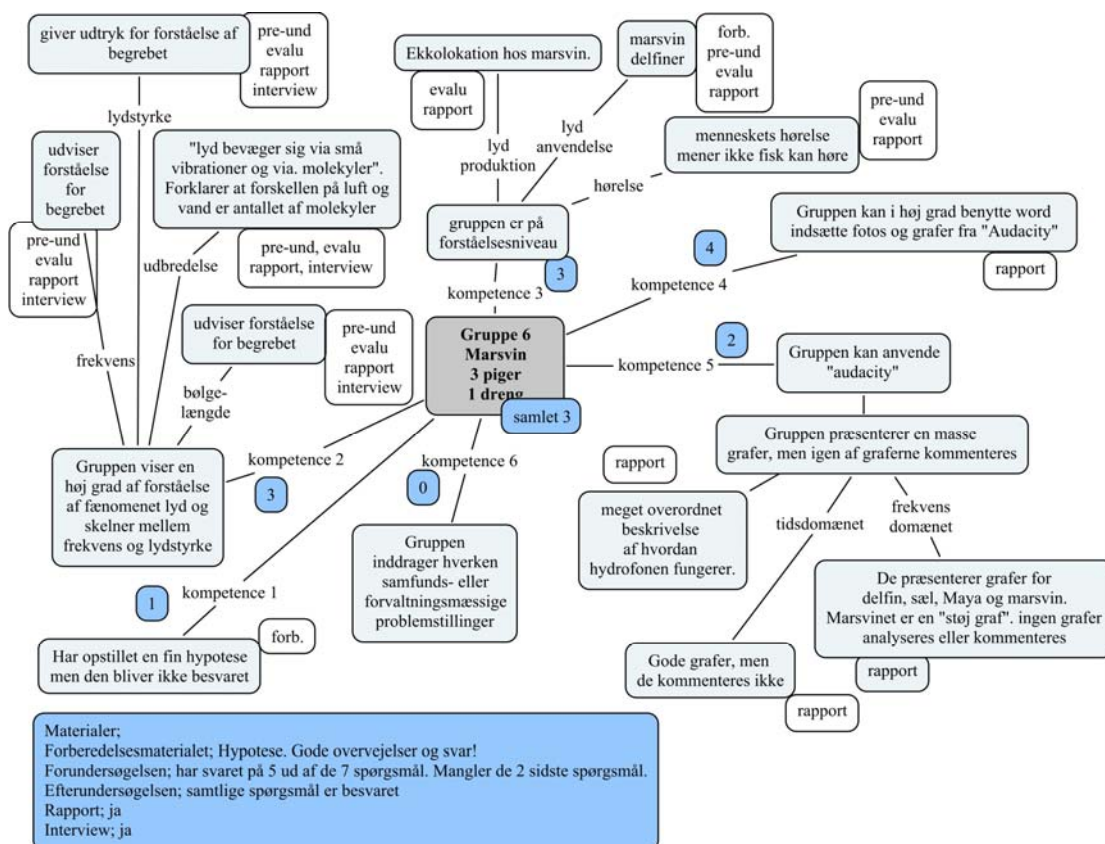
Figur 47. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 3 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer.



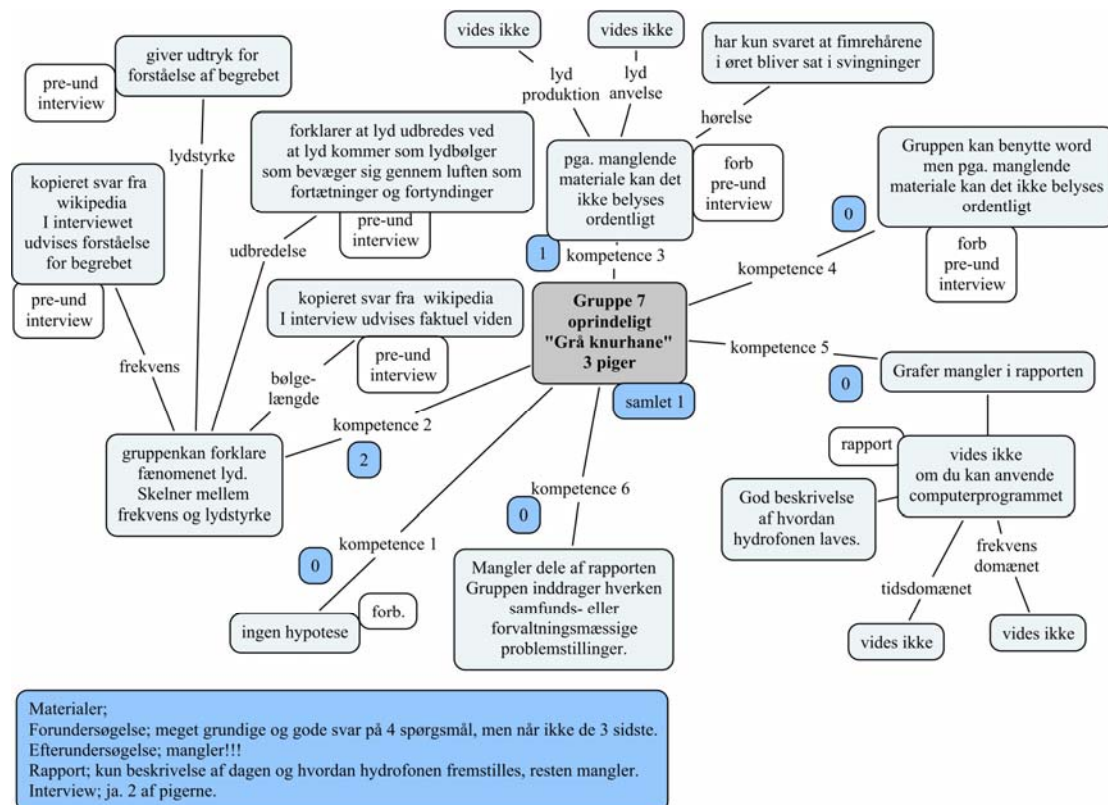
Figur 48. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 3 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer.



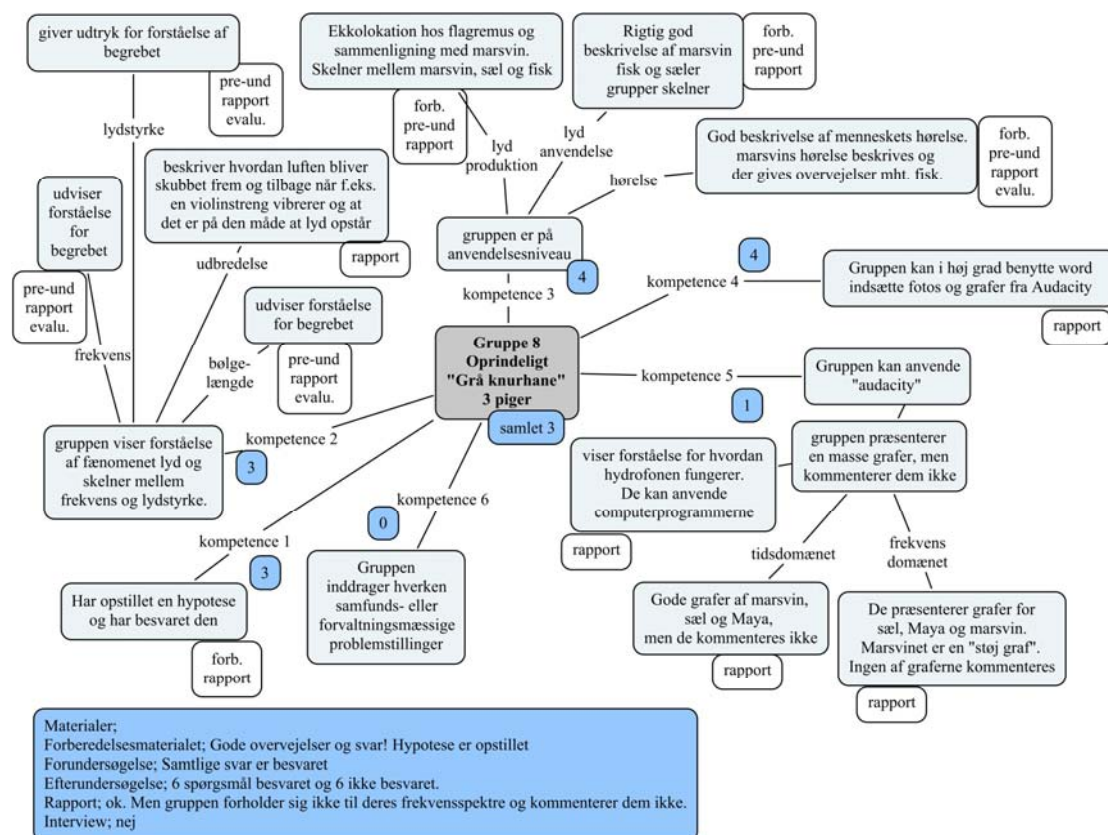
Figur 49. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 5 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer.



Figur 50. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 6 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer.



Figur 51. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 7 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer. Der manglede meget materiale fra denne gruppe.



Figur 52. Figuren er et mind-map over hvilke rangtal gruppe 8 fra Case B opnåede i de forskellige kompetencer.

Kompetence 1 (hypotese)

Det fremgår af graf 14 at kun tre af grupperne (3, 6 og 8) har fået opnået et rangtal for kompetence 1. Det skyldes, at det kun var disse grupper, der havde forsøgt at opstille hypoteser. Ud af de tre grupper var det kun gruppe 8, som faktisk besvarede deres hypotese.

Kompetence 2 (fysik)

Seks af de otte grupper (1, 2, 3, 5, 6 og 8) har opnået kompetence 2 til rangtallet 3, da de udviser en sammenhængende forståelse af begrebet lyd. Nogle grupper har erkendt at lyd overføres ved trykforskelle, og andre har opstillet og benyttet formler til at beregning af bølgelængden. Fælles for grupperne er, at de kan skelne mellem begreberne frekvens og lydstyrke, og de kan forklare hvordan lyd udbredes, samt hvorfor der er forskel på lyds udbredelseshastighed i luft og vand.

De sidste to grupper (4 og 7) opnåede rangtallet 2 i kompetencen. Grupperne kan forklare faktisk viden og begreber, men stoffet er i store usammenhængende fragmenter, og de har kopieret en del definitioner direkte fra internettet, som f.eks. i gruppe 7s forundersøgelse: ”*Frekvens er et mål for hvor hurtigt regelmæssige gentagelser af et givent fænomen forekommer. Begrebet bruges ofte til at beskrive hvor hurtigt f.eks. bølge- eller svingnings-fænomener forløber, men mere generelt også om f.eks. bog og bladudgivelser*” (Bilag B2 Gruppe 7). Det er direkte kopieret fra wikipedia: <http://da.wikipedia.org/wiki/Frekvens>

Kompetence 3 (biologi)

Generelt opnår grupperne kompetencen godt, da seks af grupperne (1, 2, 3, 4, 5 og 6) opnår rangtallet 3. Fælles for dem er at de udviser forståelse i store fragmenter med mange sammenhænge.

Gruppe 8 opnåede rangtallet 4, fordi de sammenligner marsvin og flagermus, og i deres beskrivelser af lydproduktion hos havlevende dyr, skelner de tydeligt mellem marsvin, spættet sæl og fisk.

Gruppe 7 opnåede rangtallet 1, men pga. manglende materiale kan det ikke belyses ordentligt, om det er det niveau de egentlig opnåede.

Kompetence 4 (formidling)

På nær Gruppe 7, som ikke har afleveret hele deres rapport, har samtlige grupper opnået rangtallet 4 for Kompetence 4. De formår alle sammen at udtrykke sig i deres rapporter ved at benytte Word og Audacity, hvor de viser, at de kan indsætte billeder og grafer og anvende programmerne til at formidle deres viden. Det at anvende Word er formegentlig en kompetence, som grupperne allerede havde i forvejen, men det var første gang at de anvendte Audacity (se Bilag B7). Hvorvidt de viser forståelse af stoffet fremgår af Kompetence 5.

Kompetence 5 (it)

Det fremgår af Graf 14 at Gruppe 3 og 5 opnåede rangtal 5 og dermed nåede op på analyseniveau i Kompetence 5, hvilket vil sige, at de formåede at bruge deres faglige viden til at analysere deres grafer. Disse to grupper har også opnået høje rangtal i Kompetence 3 og 4. Gruppe 3s rapport er rigtig god, da de formår at lave og analysere frekvensspektret korrekt. De aflæser, at sælen har et frekvens område på 80 Hz og skriver at lydene generelt er dybe og korte. Derudover formår de at udføre beregningen af lydstyrken for et marsvin:

” Ud fra optagelsen af sælen Svante kan man se, at amplituden bliver større, idet der bliver lavet lyde. Man kan også se, at der er mange af lydene, som har en frekvens omkring 80 Hz. Lydene som er lavet er generelt dybe og korte.

*Lydstyrken kan udregnes ud fra formlen: $\text{Lydstyrken} = 20 * \log (P_1/P_0)$*

*Ud fra vores udregninger er lydstyrken $= 20 * \log (0,17/1,4) = -18,3167 \text{ dB}$*

Lydstyrken er negativ, idet vores måling er mindre end kalibreringen.

Lydtrykket $= 162 \text{ dB} + (-18,31679 \text{ dB}) = 143,686 \text{ dB} + 10 \text{ dB} = 153,686 \text{ dB}$

Kalibreringen er optaget med 40 dB Gain (forstærkning), og sælens lyd er optaget med 30 dB Gain, hvilket gør, at man skal lægge 10 dB til.” (Bilag B4, gruppe 3).

Gruppe 5 giver udtryk for at de har forstået at lyd optages i Hz. Men selvom de har denne opfattelse kan de sagtens analysere deres grafer, det er altså ikke en forudsætning for at forstå hvad grafen viser. Gruppen præsenterer og analyserer et korrekt frekvensdiagram, og de aflæser at marsvinets frekvensområde ligger mellem 100 og 150kHz, og beskriver at det består af en masse små enkelte klik. Desuden sætter de det sammen med deres viden om at vi ikke kan høre i det område.

Gruppe 5 bruger en forkert biologisk terminologi ”peak-flow” for et buzz. Ifølge biologilæreren har de tidligere arbejdet med peak-flow i et projekt.

Biologilæreren: Peakflow, det brugte vi vist også til en af de der myter, hvor de målte peakflowet, ja ja

K: Det kan jo sagtens være der de har fået den fra.

Biologilæreren: Men de viser, især i den klasse hvor vigtig dialogen med underviseren er, fordi de begår nemlig den der type af misforståelser af og til.

Vi talte i undervisningen om peak-peak værdier, hvilket nok ikke er et ord de har hørt tidligere, hvorefter de kan komme til at blande det sammen med en anden terminologi.

Gruppe 4 og 6 opnåede rangtallet 2.

Gruppe 4 laver graferne, men de er forkerte, og når de forsøger at beskrive dem og analysere dem, drager de nogle helt forkerte konklusioner. Deres kommentarer giver ikke mening og er fragmenterede. Gruppen har mange misforståelser og kimære.

F.eks. i tidsdomænet sammenligner de amplituden fra de 3 forskellige optagelser og konkluderer, at *"Her er det nemt at se at et menneskes talefrekvens er meget større og mængden er nemmere at måle og se på skemaerne"* og at *"Her ses mængden af det målte, Mayas tale er en sammenhængende linie, og man kan se at amplituden og svingningerne er større hos Maya end ved Svante. Vi forestiller os at sælernes kommunikation forekommer mere punktlig end f.eks. Maya som kommer i en længere periode. For kort at komme ind på marsvinets lydfrekvens er den dog også den højeste af de to havpattedyr."* (Bilag 4 Gruppe 4).

Når Gruppe 4 analyserer graferne i frekvensdomænet, ser de på hvor meget af frekvensspektret der er farvet og hvor det er højst og konkluderer, at fordi der er mest ved Maya, så er menneskets frekvens størst. " ud fra det konkluderer de at *"Ved frekvensanalyse kan man hurtigt gennemskue at det igen er menneskets frekvens der er størst. Fordi KHz (KiloHertz) ved mennesket er højst. Dette skema viser også at menneskets lyd er mere konstant og mere danner en nogenlunde stabil lyd i forhold til pattedyrenes."* (Bilag 4 Gruppe 4).

Gruppe 4 kan derfor ikke anvende deres viden til at analysere, og de når derfor ikke op på analyse niveau.

Gruppe 6 formår ikke at anvende deres viden til at analysere deres grafer, og de kommenterer stort set ikke deres grafer. Derfor er gruppen hverken på analyse-, anvendelses- eller på forståelsesniveau. Gruppen har dog formået at lave graferne og de forsøger at vise forskellen på en *"høj lyd"* og en *"dyb lyd"*.

Gruppe 8 opnår rangtallet 1, fordi de præsenterer en lang række grafer, som de slet ikke kommenterer.

Gruppe 1 opnår rangtallet 3, da de formår at aflæse grafen, men på et forkert grundlag, da de har lavet støjgraf, og derfor drager de forkerte konklusioner. Gruppen formår ikke at bruge deres viden om lyd og biologi til at analysere deres data, og indse at de har lavet en forkert graf. De stoler for meget på deres egne resultater og bruger ikke deres viden om lyd. Dermed kommer de ikke op på et niveau, hvor de anvender deres viden og bringer det i samspil. Men de kan lave et frekvensdiagram og faktisk aflæse det. Det kan tyde på at gruppen bruger deres viden fra frekvensspektret til at drage sammenligninger til flagermus. *"En flagermus kan ligesom et marsvin udsende lavfrekvente lyde som er meget høje i toneleje"* (Bilag 4 Gruppe 1).

Gruppe 2 opnåede rangtallet 4, da de kan udføre og aflæse graferne i frekvensdomænet korrekt og samtidig også bruge deres viden om menneskets hørelsesområde og marsvinets brug af ekkolokation. Gruppen bruger også deres viden om menneskets hørelse og marsvinets lyd til at fortælle at mennesket ikke kan høre disse dyr, og de anvender deres viden om menneskets hørelsesområde til at give en forklaring på frekvensområdet for Maya *"da hun kommunikerer med mennesker ligger hendes plot spektrum fra 86 Hz til 19 KHz som menneskets øre kan høre"*, (Bilag 4 Gruppe 2) men det er en støjgraf og de aflæser hele spektret for støjen. Men de formår at overføre faktisk viden om lyd til deres egne resultater og de laver en korrekt analyse af marsvinets lyd.

”Et buzz er en masse små klik lige efter hinanden, som Marsvinet bruger til at orientere sig med, under jagt. Marsvinenes Buzz er delt op i meget små lydpulser og har en så høj frekvens, at mennesker ikke kan høre dem. Frekvensen ligger mellem 98 Khz og 148 Khz ifølge vores plot skema.

Buzzet begynder svagt, topper og dør så ud igen. Bruges oftest lige inden byttes fanges.” (Bilag 4 Gruppe 2) Men de har lavet en ”støj graf” over Mayas stemme og viser derfor ikke, at de er på samme niveau som gruppe 3 og 5.

Gruppe 7 havde ikke lavet deres rapport færdig.

Kompetence 6 (samfundsperspektiver)

Det fremgår af grafen, at ingen af grupperne har opnået kompetence 6, hvilket hænger sammen med at ingen af grupperne på noget tidspunkt inddrager samfundsmæssige perspektiver.

Deldiskussion og samlet vurdering

Samlet set har alle grupperne på nær gruppe 6 og 8 opnået de samme rangtal som de opnåede for Kompetence 5. Både Gruppe 6 og 8 får højere rangtal i deres samlede vurdering fordi de virker til at have tilegnet sig et forståelsesniveau af Kompetence 2 og 3, men bare havde enormt svært ved at lave og tolke graferne og derfor fik de lave rangtal i Kompetence 5.

Det er kun Gruppe 3 og 5, der er nået op på analyseniveau og har fået rangtallet 5. Disse to grupper kunne anvende deres viden til at lave de rigtige grafer samt aflæse og analysere dem. De opnåede også rangtallet 3 i både kompetence 2 og 3. Men der er generelt ikke noget mønster i om grupperne havde høje rangtal i Kompetence 2 og 3 i forhold til hvor godt de tilegner sig Kompetence 5.

Gruppe 1 og 6 opnåede også rangtallet 3 i Kompetence 2 og 3, men tilegnede sig Kompetence 5 til rangtallet 3.

Gruppe 4 og 2 opnåede begge rangtallet 2 i Kompetence 2 og rangtallet 3 i Kompetence 3,

Gruppe 2 tilegnede sig Kompetence 5 til rangtallet 4, hvorimod Gruppe 2 tilegnede sig kompetencen til rangtallet 4.

Det kan derfor indikere, at de grupper som har fået rangtallet 3 eller derunder måske bare har været uheldige da de har lavet deres grafer og fået nogen som ikke var rigtige, men for eleverne så rigtige ud, da deres forudsætninger for at forstå og aflæse graferne ikke var blevet støttet godt nok.

1. Kompetence (hypoteser)

Det er kun tre ud af de otte grupper, som har opstillet en hypotese, og det er kun en gruppe, som faktisk formår at svare på den, de andre 2 grupper bruger slet ikke hypotesen senere. Derfor er denne kompetence kun i ringe grad opfyldt.

Biologilæreren: *Jo –jo altså jeg gav dem det der omslag og ideen var så at det var retningslinierne, og spørgsmålene i det omslag, der skulle indgå i det. Dem har jeg så dels taget ud fra dine, altså dine oplæg til eksperimenterne, men også hvad jeg selv var kommet på og der kan jeg ikke huske hvad jeg gjorde mht. hypoteser. Altså vi har arbejdet meget med hypoteser og hypotese testning, og det indgår meget nu her hvor de skal lave synopsis. I AT der går de jo til eksamen på baggrund af en synopsis.* (se Bilag B7)

2. Kompetence (fysik)

Grupperne kan skelne og forklare begreberne frekvens og lydstyrke allerede inden forløbet. Generelt kan grupperne forklare begreberne frekvens, bølgelængde, udbredelse af lyd og lydstyrke og grupperne har generelt klaret sig godt, da seks af grupperne viser, at de er på forståelsesniveau. Senere hen når de skal analysere grafer, viser det sig dog at mange af dem har svært ved at anvende deres viden om lyd.

3. Kompetence (biologi)

Generelt opnår grupperne et forståelsesniveau af denne kompetence. Samtlige grupper giver en beskrivelse af den menneskelige hørelse, nogle grupper mere overfladisk end andre. Nogle grupper viser progression i detaljerne i deres svar. Samtlige grupper forklarer lydproduktionen og formålet hos enten den spættede sæl, marsvinet eller fisken. Nogle grupper inddrager samtlige 3 dyr, samt flagermus og hunde. Nogle grupper skelner ikke mellem delfiner, fisk, marsvin og tandhvaler, de skelner ikke mellem fisk og havpattedyr når de omtales.

Generelt har grupperne derudover en overordnet forståelse af hvordan havpattedyrs (enten sæler eller marsvin) menneskers hørelse fungerer. Desuden viser alle grupperne forståelse for hvordan havpattedyr producerer lyd og hvad den bruges til. Det er tvivlsomt, om alle grupper har erkendt hvilket specifikt frekvensområde hhv. sæler og marsvin benytter sig af. Men de er klar over, at marsvin benytter højfrekvent lyd.

Gruppe 4 i Case B skriver i deres opgave, at *”Når du sender en lyd fra din mund udsender du samtidig en masse lydbølger, som er vibrationerne. De bliver optaget i lillebrorens øre, hvor lyden som bølger bliver ført ind gennem øret og videre indtil det indre øre.”* Det er en meget overordnet forklaring, som kan tyde på at eleverne tror, at lyd bevæger sig i bølger gennem luften. Det kan have en sammenhæng med den animerede figur som de så på F&B, da den viser en streg der bølger op og ned og som går direkte ind i et øre (se Bilag D6).

4. Kompetence (formidling)

Alle grupperne på nær gruppe 7, laver nogle rigtig flotte rapporter, med fotos, illustrationer og grafer. Så denne kompetence mestrer de godt, men det er højst sandsynligt at de var i besiddelse af den forvejen. Forløbet kan dog have bidraget yderligere til udviklingen af denne kompetence.

Mange af grupperne kan udvælge relevante grafer og information, men nogle grupper præsenterer en lang række grafer uden at kommentere på dem.

Det kan skyldes at de følger lærervejledningen, uden selv at tage stilling til hvad de egentlig synes der er relevant at præsentere. I følge biologilæreren er det første gang at klassen arbejder med Audacity og selvom de er blevet støttet af biologilæreren samt underviseren fra Fjord&Bælt i processen, kan det tyde på at de skal støttes meget mere i institutionaliseringsfasen (se mere herom i kompetence 5 for Case B). Klassen har under alle omstændigheder stiftet bekendtskab med et nyt computerprogram, og formålet at anvende det i større eller mindre grad, hvilket er en vigtig kompetence at opnå i det teknologiske samfund i dag.

5. Kompetence (it)

Syv af grupperne formår at præsentere nogle grafer, men kun de fire behandler deres data og afdækker sammenhænge, og der er generelt en hel del fejl i graferne.

Eleverne kan generelt benytte lydprogrammet Audacity til at præsentere deres grafer i deres rapporter, men det er kun 4 grupper, der faktisk kan lave de rigtige analyser og grafer. Det er ikke til at vurdere om grupperne faktisk har lyttet til deres lydfiler, men den første dag hvor jeg interviewede nogle af grupperne, oplevede jeg at klassen arbejdede med at analysere deres datamateriale, og jeg observerede at de fleste af grupperne lyttede til filerne. Desuden fik klassen hjælp af deres biologilærer til at anvende programmet og til at analysere deres grafer. Se også starten af dette kapitel mht. sammenhængen mellem elevernes tilegnelse af Kompetence 5 i forhold til hvad de havde opnået af rangtal i hhv. Kompetence 2 og 3. Gruppernes præsentationer og tolkninger (eller mangel på samme) af graferne, viser at det blev taget lidt for meget for givet, at det var noget de ville kunne, og at denne proces skal støttes meget mere.

Mht. til grafaflæsning siger deres biologilærer følgende i interviewet:

Biologilæreren: Du skal vide at den første hjemmeopgave jeg fik fra dem med grafer hvor jeg bad om den biologiske baggrund for et eller andet, jeg kan ikke huske hvad det var, men svarerne på det spørgsmål det var. Ja først så går det opad grafen, så går den ligeud lidt også går den opad også går den ned til allersidst. Også var det ikke andet og det var besvarelsen af det spørgsmål.

K: Hvad gør du så?

Biologilæreren: Så tog jeg en af besvarelsene op og først så læste jeg min opgave formulering op også læste jeg besvarelsen op for dem og sagde hvad kalder I det her? Arh men det er jo bare en beskrivelse siger de så, det kunne de jo godt se, det var jo ikke en forklaring af sammenhængen. Det viser bare hvor svært de har ved det, det er i virkeligheden de der taksonomiske niveauer som du beskrev, det der det er det aller fladeste det allernederste niveau. (se Bilag B7).

Det bekræfter at eleverne er i en læringsproces hvor de netop er ved at tilegne sig redskaber til at kunne agere i en given situation så de f.eks. kan aflæse en graf rigtigt. Så med andre ord, er de ved at tilegne sig viden til at kunne mestre kompetence 5.

Gruppe 4 har virkelig svært ved at forstå og læse graferne både i tidsdomænet og frekvens domænet, de opnår rangtallet 2, det interessante er at de havde kopieret mange af deres definitioner i undersøgelsesarkene.

Det kan indikere at selvom eleverne i dag bliver trænet til at kunne finde den rette information og have kompetencer til det, så viser gruppen her, at de i høj grad kan benytte internettet til at finde den rette information, men de kan ikke bringe det i samspil og bruge denne viden når de skal analysere deres grafer. Deres analyser bærer præg af at de forsøger at tolke dem, men de sætter nogle fragmenter af viden sammen til en ny og for dem sammenhængende viden, men det de skriver giver ikke mening i forhold til den institutionaliserede viden. De konkluderer f.eks. at menneskets er mere konstant end dyrenes og at den er en sammenhængende linie. De skriver direkte ”Vi forestiller os at sælernes kommunikation forekommer mere punktlig end f.eks. Maya som kommer i en længere periode.” (se gruppe 4 kompetence 5 s.139)

Elevernes besværligheder med at analysere graferne viser, at der skal mere støtte til når de er i denne proces, da der for stor risiko for at eleverne danner misforståelser og kimære, som de tror, er sande, hvis de ikke bliver støttet til at opnå den institutionaliserede viden.

I interviewet spurgte jeg fysiklæreren om hvordan han forholder sig til hvis eleverne ikke afleverer noget som er helt korrekt, men hvor det tydeligt fremgår at de har lagt et arbejde i det.

K: (...)det var lige de her grafer hvor jeg tænkte, hvordan du håndterer når du får sådan en graf og hvordan man kunne håndtere det. For de har jo gjort et stort stykke arbejde.

Fysiklæreren: Ja men som sagt, så er jeg fuld af forståelse for dem, for dels så er de ikke vandt til at arbejde med grafer og så ville jeg heller ikke forvente så stor baggrundsviden fra dem så de med det samme ville kunne sige det her det er galt. Og i min vurdering ville jeg ikke slå hårdt ned på det fordi de har ikke forudsætningerne for at kunne sige, -det her det er sku ikke.. I det øjeblik de gør det, så er det sku fint, men i det øjeblik de sidder med den og siger, nu må jo sku stole på det vi ser. (Her taler vi om gruppe 1).

K: Ja det er også sejt gået, at de siger det er vores graf og sådan ser den ud.

Fysiklæreren: Ja og det er så det, og det er det, han beder os om, så gør vi det. Så det mener jeg, at hvis man skal sige noget til dem, så skal det være positivt, det er en fin analyse, men i virkeligheden så forholder det sig faktisk anderledes fordi at sådan og sådan...

K: Men man går ikke ind og siger SÅ!

Fysiklæreren: Nej og man går specielt ikke ind og siger det skal du lave om på det der.

K: Så de vil ikke få den tilbage igen i hovedet og få at vide, så venner...

Fysiklæreren: Nej det synes jeg slet ikke er meningen, fordi de dokumenterer arbejdet så godt de nu har kunnet. Og så er det vores opgave at påpege de mangler der er, på en positiv måde. (se Bilag B7).

Det fremgår at fysiklæreren umiddelbart vægter det at eleverne gør et virkelig godt forsøg på at løse den givne opgave bedst muligt, frem for om de kan opnå det rigtige resultat. Det kan jeg på sin vis også godt følge ham i, men så mangler institutionaliseringsfasen og der er større mulighed for at eleverne kan ende med at have konstrueret forestillinger og kimære. Måske er det et tegn på at fysiklæreren gerne ville have støtte fra det uformelle læringsmiljø, ved at have en guideline for forskellige måder at få institutionaliseringsfasen inkluderet i forløbet på gymnasiet.

Et forslag kunne være, at grupperne bytter og giver feedback på hinandens rapporter lige inden de afleverer til læreren. Det kan være at de bedre kan gennemskue, hvis den anden gruppe tolker en graf og det ikke giver mening, end når de selv sidder med deres egne grafer. Desuden kan de også få indblik i de andres miniprojekter og evt. få inspiration til steder hvor de kan drage sammenligninger til deres eget projekt.

6. Kompetence (samfundsperspektiver)

Ingen af grupperne inddrager forvaltning eller samfundsmæssige problemstillinger. De blev præsenteret for dem, men der opfordres heller ikke til det i opgaveoplægget. Denne kompetence blev ikke opfyldt.

Det indgår heller ikke i deres rapportvejledning fra læreren, hvilket viser at læreren er nøglepersonen mht. elevernes videre arbejde, og på den måde har læreren en enorm indflydelse på elevernes udbytte.

Indflydelse af lærervejledningen

Gruppernes rapporter bar alle præg af at de havde fulgt lærerens meget fyldestgørende vejledning (se Bilag B8 og biologilærerens kommentar s.61), hvor de f.eks. alle havde et afsnit med hvor de gav et referat af dagen på F&B, og hvordan hydrofonen blev fremstillet, men selvom de havde denne vejledning og fik hjælp til at behandle deres data, så havde de alligevel svært ved at analysere graferne og frembringe de rigtige grafer.

Mht. hydrofonerne beskrev samtlige grupper hvordan de lavede hydrofonen, men ikke alle grupper havde forstået at hydrofonen målte trykforskelle, og ingen af grupperne gav udtryk for, at havde forstået hvorfor der ikke måtte være luft i hydrofonens olie, og ingen af grupperne nævnte forstærkeren. Sådanne små detaljer kan tillægges større vægt i diskussionen i den fælles opsamling, eller imens eller lige efter at hydrofonen fremstilles, ved at have dialog om hydrofonens funktion og opbygning. Dette kan foregå enten med hele gruppen, eller i de mindre grupper eleverne arbejder i når de fremstiller hydrofonen.

Mht. Gruppe 7 kan det være at de har forkastet projektet, fordi de oprindeligt skulle have lavet mini-projekt om den grå knurhane, og det blev ændret lige da de ankom til Fjord&Bælt. Det kan også tænkes at det hang sammen med at det var lige op til sommerferien, og klassen derfor havde meget travlt med andet. Gruppen havde kopieret flere af deres svar i undersøgelsesarkene direkte fra internettet, og det kan være et tegn på at de aldrig var særlig engagerede i projektet. Men dette er bare spekulationer, da det ikke kan belyses ud fra data materialet.

Hos gruppen som arbejdede med adfærd hos sæler, kan det have haft en effekt på deres holdning til datamaterialet, hvis de ikke får opbygget samme tilhørsforhold til det, når de ikke ser og er med i dataindsamlingen. Så kunne de ligeså godt have fået udleveret en cd med lydfiler fra et arkiv.

De vigtigste pointer for kompetenceanalysen af grupperne er:

- Kun tre grupper havde opstillet en hypotese og kun en gruppe havde besvaret den.
- Ingen af grupperne inddrog samfundsrelevante eller forvaltningsmæssige aspekter.
- Lærerens vejledning støttede eleverne i deres rapport skrivning, men nogle grupper tog ikke ansvar for at udvælge og præsentere de relevante data.
- Eleverne arbejdede med et nyt computerprogram som eleverne formåede at anvende i større eller mindre grad.
- Eleverne havde generelt svært ved at lave de rigtige grafer, både i tids- og frekvensdomænet.
- Eleverne havde generelt svært ved at aflæse og tolke deres grafer.
- Der var tilsyneladende ingen sammenhæng imellem hvilke rangtal grupperne havde opnået i Kompetence 2 og 3 i forhold til hvor godt de tilegnede sig kompetence 5.
- Det var ikke alle grupper som havde forstået at hydrofonen målte trykforskelle, og ingen af grupperne gav udtryk for, at havde forstået hvorfor der ikke måtte være luft i hydrofonens olie, og ingen af grupperne nævnte forstærkeren. Der opfordres til mere dialog med eleverne om netop disse emner.

Diskussion

Delkonklusionerne fra dette studie har vist at det er muligt at indarbejde UVMS' krav til et tværfagligt undervisningsforløb mellem Biologi C og Fysik C og samtidig følge de i figur 12 opstillede retningslinier for undervisning i uformelle læringsmiljøer. Derudover var det muligt at anvende TDS (Teorien om Didaktiske Situationer) som skelet i designet, så eleverne kom igennem de fem faser i TDS op til flere gange og resultaterne viser at undervisningsforløbet kan understøtte elevernes udvikling af de seks opstillede kompetencer. Men yderligere justeringer af undervisningsforløbet, vil kunne medføre at der er mere sikkerhed for at eleverne tilegner sig kompetencerne.

Udviklingen af kompetencer hos eleverne

Overordnet kan det være svært at vurdere hvornår eleverne tilegner sig de forskellige kompetencer. I nogle tilfælde kan de allerede inden de deltager i Lyd&Liv have været i besiddelse af nogle af de seks kompetencerne inden forløbet. F.eks. kompetence 4, der handler formidling, er højst sandsynligt ikke noget de pludselig har opnået, fordi de har deltaget i Lyd&Liv. Men det at grupperne generelt har fået høje rangtal i f.eks. kompetence 4 kan for mig at se hænge sammen med, at det er noget de har kunnet i forvejen, men at forløbet har bidraget yderligere til at de er blevet trænet i netop det at formidle deres viden. En vigtig pointe mht. Kompetence 4 er, at klassen i Case A aldrig havde lavet posters før, og derfor kan deres posters ses som et udtryk for at de har tilegnet sig eller påbegyndt en opbygning af yderligere en måde at formidle på, og dermed fået styrket udviklingen af deres formidlingskompetence.

Generelt for både Case A og B opnåede samtlige grupper kompetence 3 godt. Generelt virkede det til at Case B var bedre til at inddrage tilpasninger hos havpattedyr, hvilket antageligt både skyldes at de blev bedt om at have det med i deres rapport og fordi de havde "tilpasninger hos havpattedyr" på Fjord&Bælt. Case A præsenterede gode og detaljerede karakteristika for den art de havde om i mini-projektet, men det var ikke altid at de relaterede denne faktuelle viden til bioakustikken. Generelt kunne samtlige grupper fra begge cases give en overordnet beskrivelse af hørelsen hos mennesket samt en af de 3 arter som var med i mini-projekterne.

Det var generelt for både Case A og Case B, at det var fåtallet af eleverne som opnåede Kompetence 1 og 6. Derudover havde eleverne fra Case A meget svært ved at anvende computerprogrammet SigPro, mens eleverne fra Case B, som anvendte computerprogrammet Audacity generelt havde svært ved at lave de rigtige grafer i både tids- og frekvensdomænet. Derudover havde de svært ved at aflæse og tolke graferne. Desuden viser kompetenceanalyserne af de to grupper, at der i Case A var en tendens til at der var en sammenhæng mellem hvilke rangtal grupperne havde fået i Kompetence 2 og 3 i forhold til hvad de opnåede af rangtal i Kompetence 5. Specielt Kompetence 2 lod til at understøtte hvilket niveau grupperne opnåede i Kompetence 5. Det skal dog ses med et vist forbehold, da de to kompetencer i høj grad fungerer i et samspil, hvor Kompetence 5 er et udtryk for om grupperne kan anvende Kompetence 2, og der kan derfor argumenteres for at kompetence 2 indgår implicit i kompetence 5.

Samtidig kan det ikke undgås når det analyseres hvorvidt eleverne har opnået kompetence 2 at selvom fokus er på forståelse af de faglige begreber, bygger analysen samtidig på det *materiale* der bliver præsenteret og indgår også i grundlaget for kompetence 5. Det er derfor ikke helt klart om sammenhænger mellem kompetence 2 og kompetence 5 skyldes analysemetoden eller at de taksonomiske niveauer i dette tilfælde faktisk *er* kumulative, således at brug af it til analyse af lyd faktisk forudsætter en god forståelse af lyd. Men det sidste lyder jo ganske rimeligt.

Der var ikke den samme tendens i kompetenceanalysen af Case B, hvilket kan hænge sammen med grupperne havde svært ved både at lave og tolke graferne. Det virkede som om at de ikke var blevet rustet godt nok til at gennemskue om deres grafer var rigtige og hvordan de egentlig skulle aflæses, og derfor virkede det i nogle tilfælde mere eller mindre tilfældigt om de fik lavet de rigtige grafer, og analyseret sig frem til noget som var rigtigt. I få tilfælde var det tydeligt at grupperne anvendte deres viden til at tolke og kommentere graferne korrekt.

Der var en tendens til at nogle af eleverne fra Case B havde dannet kimærer, hvilket kom til udtryk i rapporten fra Gruppe 4s (Case B) grafaflæsning hvor de (jævnført analysen s.139) skriver; ”*Vi forestiller os at sælernes kommunikation forekommer mere punktlig end f.eks. Maya som kommer i en længere periode*”. Det de forestiller sig hænger meget godt sammen med det de umiddelbart kan se på graferne, men det giver ikke mening i den officielle kontekst. Det viser at validerings- og institutionaliserings fasen på gymnasiet ikke altid har fungeret efter hensigten i forhold til det designede undervisningsforløb og at der skal gøres en meget større indsats evt. på Fjord&Bælt og i udarbejdelsen af materiale som kan støtte lærerne og eleverne i langt højere grad i denne fase.

Det kan også være et udtryk for at ambitionsniveauet var sat lidt for højt mht. kompetence 2 og 5 og til dels kompetence 3, og det kan være et udtryk for at undervisningen skal kunne justeres i niveau, alt efter hvordan holdenes forudsætninger er. Men da forløbet var nøje afstemt med lærernes erfaringer med undervisning om fænomenet lyd og biologiske tilpasninger, vil jeg mene at det hovedsagligt skyldes, at forløbet ikke har støttet eleverne og lærerne godt nok på disse områder.

Lærernes rolle

Det fremgår af datamaterialet at lærerne har en afgørende indflydelse på hvilke kompetencer elever opnår. Hvis lærerne f.eks. prioriterer at eleverne skal have faktuelle oplysninger med i deres præsentationer, vil eleverne gøre dette. Studiet her understreger, at kommunikationen mellem lærerne og det uformelle læringsmiljø er et nøglepunkt mht. at der fra det uformelle læringsmiljø gives klar vejledning om hvilke vinkler lærerne kan dreje undervisningen i, når de arbejder videre på gymnasiet. Ingen af gymnasielærerne i undersøgelsen havde været opmærksomme på at eleverne blev bedt om at lave en hypotese, da de lavede forberedelsesarket. Derfor var det meget få grupper, som opstillede hypoteser, og endnu færre som besvarede dem.

Den røde tråd, fra hypotese til forsøg og til sidst en af- eller bekræftelse af hypotesen mistes, og det kommer til at virke malplaceret, at eleverne bliver bedt om at lave en hypotese i forberedelsesarket, hvis der ikke senere bliver fulgt op på den.

Men det viser at det er svært at styre hvad der sker hele vejen igennem forløbet, da det i sidste ende er op til lærerne at vælge hvad de vil foretage sig med eleverne efterfølgende.

Det understreger at det uformelle læringsmiljø kan bidrage med gode intentioner, men i sidste ende er det lærerne som står med det overordnede ansvar, og det er dem der følger eleverne i hele processen. Deres rolle er derfor meget afgørende for hvilke kompetencer eleverne tilegner sig.

Det jeg ser at det uformelle læringsmiljø kan gøre, er at støtte lærerne så meget som muligt ved at have klare beskrivelser af diverse undervisningsforløb, hvor det direkte fremgår hvilke kompetencer eleverne forventes at opnå ved at deltage i undervisningen på i det uformelle miljø og hvordan læreren kan understøtte dette i deres undervisning før og efter på gymnasiet. Det skal være et åbent oplæg som giver retningslinjer og forslag i stedet for en kogebogsopskrift for lærere. Dermed kan læreren selv vælge, hvordan han/hun vil detailplanlægge sin undervisning, og det vil skabe grundlag for at læreren også føler et ejerskab til hele projektet. Sådant materiale kan med stor fordel udvikles i et samarbejde mellem det uformelle læringsmiljø og lærere fra gymnasiet, da lærerne ved hvad der er realistisk mht. før- og efterforløb på gymnasiet, og hvad de kan have brug for at få støtte til fra det uformelle læringsmiljø, så de bedre kan støtte eleverne.

I forhold til Lyd&Liv viser resultaterne i dette studie, at der er et stort behov for at lærerne bliver givet bedre redskaber fra Fjord&Bælt til at støtte eleverne i deres brug af computerprogrammet Audacity, og i valideringen og institutionaliseringen af hele det bioakustiske aspekt. I fremtiden skal lærerne have en facitliste med eksempler på lydanalyser af filerne fra samtlige mini-projekter. Derudover skal der udvikles en manual til anvendelsen af computerprogrammet, som eleverne også kan anvende. For at undgå at det bliver en kogebog, skal manualen give generel vejledning i hvordan eleverne kan udføre et frekvensdiagram, samt en forklaring på hvad der egentlig sker, når de laver en såkaldt FFT-analyse².

Underviseren og det uformelle læringsmiljø

Underviseren i Lyd&Liv og det uformelle læringsmiljø kan generelt fungere som inspirationskilde og katalysator for læringsprocesserne og kompetencetilegnelserne hos eleverne ved at sørge for at forsøgene som eleverne skal udføre er afprøvet, så sandsynligheden for at de har succes med deres forsøg er størst mulig, og at de dermed får et datasæt af en kvalitet der gør det velegnet at arbejde videre med. Desuden kan underviseren i kraft af at han/hun kender det uformelle miljø, overskue pointerne i udstillingen og trække dem frem i dialogerne med eleverne. Nogle pointer er ikke altid umiddelbart tilgængelige i udstillingen, men tilpasningerne hos havpattedyr kan f.eks. ses ved at sammenligne skeletterne fra f.eks. et menneske og et marsvin. Underviseren kan på den måde bidrage med håndgribelige observationer, oplevelser og forsøg, som forbindes direkte til teorien om tilpasninger hos havpattedyr, samt fænomenet lyd.

² En FFT-analyse, står for Fast Fourier Transformation og konverterer tidsdomænet til frekvensdomænet, i princippet ved at de forskellige frekvenser i signalet samles i hver deres kategori, hvilket gør det muligt at overskue hvor i signalet der er flest frekvenser. F.eks. for marsvin er det mellem 110 og 140 kHz. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/3342>

Underviseren kan til en vis grad støtte eleverne i udviklingen af kompetence 5 ved at give dem en introduktion til computerprogrammet Audacity, men det primære vil være at støtte elevernes lærere i hvordan programmet skal anvendes og hvordan graferne skal tolkes. Set retrospektivt var det derfor godt at eleverne havde fået undervisning om lyd inden, og havde opnået en forforståelse af stoffet inden de kom til F&B, men det er som skrevet ikke nok.

Gruppearbejde

I Case A var der en tendens til, at der var en forskel på hvor godt enkelte elever og deres respektive grupper tilegnede sig de forskellige kompetencer. Det var primært fordi grupperne havde delt opgaverne i mellem sig, og dermed var det ikke alle som kom til at arbejde med databehandlingen. Det er en pointe, som vil være vigtig at fremhæve overfor lærerne. Men jeg mener at gruppearbejdet skal bibeholdes, primært fordi eleverne kan lære af hinanden, men også fordi det ikke vil være realistisk at have 28 individuelle projekter om lyd og havpattedyr.

Den interviewede elev fra Case A, som var i gruppen der lavede hydrofoner og udelukkende arbejdede med et fysikprojekt, opnåede også biologisk viden, hvilket giver en indikation af at eleverne godt kan tilegne sig kompetencer som ikke er direkte knyttet til deres mini-projekt.

Evaluering og re-design af undervisningen

Ved at re-designe det re-designede undervisningsforløb, vil det altså kunne finjusteres endnu mere og dermed vil undervisningsforløbet kunne understøtte det tværfaglige gymnasieklasseforløb om lyd og tilpasninger hos havlevende dyr endnu bedre.

Min generelle anbefaling ang. undervisning i det uformelle læringsmiljø vil således være, at undervisningen bør designes, så der tages højde for de pointer som er nævnt i mine retningslinjer, samt at der lægges endnu mere vægt på at støtte læreren i før- og efterforløbet. Samtidig skal der ske en konstant videreudvikling af forløbene, og jeg vil kraftigt opfordre til at der startes en evalueringskultur af kvaliteten og elevernes udbytte af undervisningen indenfor de uformelle læringsmiljøer. Det skal ikke være for at teste eleverne, men for at teste og videreudvikle undervisningen. Dette studie viste, at selvom eleverne havde fået alle muligheder for at tilegne sig kompetencerne for det designede undervisningsforløb Lyd&Liv, var der nogle nøgleområder, hvor det ikke skete. Dette viser, at det er svært at designe undervisning i første forsøg, på en måde så eleverne opnår de tilsigtede kompetencer.

Konklusioner og anbefalinger

1. *Hvordan kan et uformelt læringsmiljø understøtte et tværfagligt gymnasieklasseforløb om lyd og tilpasninger hos havlevende dyr?*

Dette projekt viser at det uformelle læringsmiljø kan understøtte et tværfagligt gymnasieklasse forløb om lyd og tilpasninger hos havlevende dyr når:

- Undervisningen designes så den har klare kompetencemål, der tager udgangspunkt i UVMs krav, så forløbet bliver designet direkte til brugerne og kompetencemålene gøres meget tydelige for brugerne. Netop fordi UVMs læreplaner var indarbejdet i forløbet værdsatte gymnasielærerne meget projektet.
- Designet af undervisningen sker i samarbejde med faglærerne fra gymnasiet.
- Forløbet skal kunne justeres i niveau så det i praksis kan anvendes som enten et AT-forløb eller som et tværfagligt forløb mellem biologi C og Fysik C, samt tilpasses den aktuelle klasse som deltager i undervisningen.
- TDS (Teorien om Didaktiske Situationer) anvendes som skelet i opbygningen af undervisningsforløbet, og retningslinier for undervisning i de uformelle læringsmiljøer så der tages højde for det specielle miljø, som det uformelle læringsmiljø kan tilbyde.
- Undervisningen afprøves, evalueres og re-designes i en stadig iterativ proces.
- Der indgår praktiske forsøg med lydoptagelser af levende havdyr og forsøgene i undervisningen fungerer.
- Der vælges et meget brugervenligt computerprogram, og der derudover laves en manual til lærerne og eleverne, der støtter dem i at anvende programmet og få lavet de rigtige grafer, således at valideringen og institutionaliseringen på gymnasiet fremmes og støttes.
- Eleverne arbejder med mini-projekter både før- og efter forløbet på Fjord&Bælt.
- Undervisningen skal desuden bygge på dialog, jeg-orienterede oplevelser og gruppearbejde
- Lærerne støttes i indhold og anvendelse af før- og efter forløb, fordi studiet bekræfter at lærerens rolle er meget afgørende for hvad eleverne kan opnå af kompetencer.
- Underviseren fra det uformelle læringsmiljø støtter læreren vha. materialer og gode råd fra tidligere erfaringer mht. før- og efterforløb samt undervisningen op stedet.

2. *Hvilke kompetencer kan eleverne opnå gennem dette forløb og hvilken rolle har gymnasielærerne og underviseren for elevernes kompetenceudvikling?*

Dette studie har vist at:

- Eleverne fra de to cases opnåede stort set alle sammen kompetence 4 (formidling).
- Eleverne opnåede derimod stort set ikke kompetence 1 (hypotese) og kompetence 6 (samfundsperspektiver).
- Det var meget forskelligt til hvilket niveau eleverne opnåede hhv. kompetence 2 (fysik), kompetence 3 (biologi) og kompetence 5 (it).
- Undervisningsforløbet kan støtte eleverne i at opnå Kompetence 3 som omhandler elevernes forståelse af de relevante biologiske aspekter, specielt via det re-designede forløb som understøtter elevernes evne til at diskutere tilpasningerne hos havpattedyr.
- Mange af grupperne nåede ikke op på analyseniveau i deres projekter, da de havde svært ved at lave og analysere graferne. Hvis det i fremtiden skal være et undervisningstilbud på Fjord&Bælt så skal læreren gives klarere instrukser om hvordan lydprogrammet fungerer og hvordan graferne skal se ud og hvilke pointer eleverne skal nå frem til i deres grafer.
- Meget tyder på at eleverne vil kunne opnå de seks opstillede kompetencer, men det vil kræve yderligere justering af undervisningsforløbet.
- Kommunikationen med lærerne og lærerens indsats er en meget afgørende faktor i forhold til elevernes udbytte, f.eks. var det læreren som stillede krav til indholdet i gruppernes præsentationer, og det kom også til udtryk ved at Case A og Bs præsentationsformer var vidt forskellige.
- Derudover var det tydeligt at lærerne ikke havde været opmærksomme på, at eleverne blev bedt om at danne hypoteser i forberedelsesmaterialet. Det resulterede i, at det var meget få grupper som havde formuleret en hypotese både i Case A og B, og kun én ud af samtlige grupper havde besvaret deres hypotese.
- Det er vigtigt at klarlægge hvilket niveau klassen er på, samt hvilket forløb undervisningen skal indgå i, og hvad det er det for nogle elever underviseren står overfor, så undervisningen kan tilpasses den aktuelle klasse.
- Underviseren kan bidrage med håndgribelige observationer, oplevelser og forsøg, som forbindes direkte til teorien om tilpasninger hos havpattedyr, samt fænomenet lyd. Underviseren kan til en vis grad støtte eleverne i udviklingen af kompetence 5 ved at give dem en introduktion til computerprogrammet Audacity, men den primære støtte vil være at støtte elevernes lærere i hvordan programmet skal anvendes og hvordan graferne skal tolkes.

- Undervisningen måske kan fremme elevernes forståelse af at lyd udbredes via trykforskelle, gennem det praktiske forsøg, hvor de fremstiller deres egen hydrofon.

Ud fra dette studie kan det anbefales at:

- UVMs krav indarbejdes i undervisningsforløb i det uformelle læringsmiljø og der designes undervisning, som har klare pointer og støtter læreren i form af materialer til før- og efterforløb. Dette giver desuden mulighed for at opbygge et såkaldt ressourcerum, hvor der kan tilføjes materialer fra tidligere forløb og anden relevant information, som kan gavne fremtidige undervisningsforløb.
- Undervisningen i de uformelle undervisningsmiljøer bliver designet, men samtidig også evalueret. For selvom eleverne havde fået alle muligheder for at tilegne sig kompetencerne for det designede undervisningsforløb Lyd&Liv, så var der nogle nøgleområder hvor det ikke skete. Det er svært at designe undervisning, hvor eleverne opnår de tilsigtede kompetencer. Men ved en vedvarende udvikling og evaluering af et forløb kan det efter min mening til sidst nå til et niveau, hvor eleverne med større og større sandsynlighed opnår de tilsigtede kompetencer.
- Der startes en evalueringskultur af undervisningen indenfor de uformelle læringsmiljøer.

Fremtidig undervisning

Dette studie viser at ved at re-designe det re-deignede forløb vil der være øget mulighed for at eleverne tilegner sig de 6 kompetencer for Lyd&Liv. Den vigtigste pointe er, at læreren skal støttes langt mere i før- og efterforløbet med materialer fra Fjord&Bælt.

På længere sigt vil det være interessant at udvikle et bredt tilbudsmateriale som består af en række kortere moduler a ca. 2 timer, som gymnasielærerne kan sætte sammen, så det passer til det aktuelle forløb de har på gymnasiet. F.eks. kunne der være:

- Et modul om dykning, hvor tilpasningerne hos sælerne og marsvinene skal undersøges af eleverne
- Et modul om samfundsrelevante perspektiver f.eks. bifangst og frede havområder
- Et afkortet modul om lyd
- Et modul om fysiske faktorer i havet, så som strøm, springlag og saltholdighed og samspillet i disse oceanografiske parametre.

Modulerne vil være designet så de har direkte afsæt i UVMs læreplaner for gymnasiet og den didaktiske model kunne med fordel være TDS og de i denne opgave opstillede retningslinier for undervisning i de uformelle læringsmiljøer.

Desuden skal modulerne kunne varieres i niveau. Underviseren vil dermed være sikker på at moduler er didaktisk designer så de faciliterer læring hos eleverne. Derudover vil der også være mulighed for at skabe et virtuelt ”ressource rum” på internettet, hvor lærerne og eleverne kan hente inspiration og materialer til før og efter forløbet.

Den allersidste kommentar som jeg vil knytte til projektet Lyd&Liv er at det kunne være interessant at designe og teste et re-design som kunne anvendes på folkeskole niveau, da det er denne aldersgruppe som Fjord&Bælt har flest af i undervisningen. Et sådant forløb skal som udgangspunkt være kortere og som skrevet i teoriafsnittet tage højde for elevernes kognitive stadie og elevernes mulige forestillinger, når undervisning om lyd designes. Derfor skal nogle af de præsentationer og eksempler som benyttes i undervisningen justeres i forhold til elevernes niveau og analysen af lydfilerne skal forsimples til primært, at handle om at lytte til filerne inkl. filer med deres egne stemmer og underviseren kan evt. vise eleverne hvordan et frekvensspektrum laves i Audacity og overordnet forklare hvordan det aflæses, men det afhænger meget af klassens niveau.

Litteraturliste

1. Andersen, A.M. & Kjærslis, M. (2003); PISA og andre internationale komparative undersøgelser. I Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. 2003. Inspiration til fremtidens naturvidenskabelige uddannelser, en antologi. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8-2003.
2. Artigue, M. 1994. Didactical engineering as a framework for the conception of teaching products. I R. Biehler, R. W. Scholz, R. Strässer og B. Winkelmann (red.), Didactics of Mathematics as a scientific discipline. Kluwer Academic Publishers. s.27-39.
3. Beck, S. 2006. "Elever, skole, lærerrolle og køn" I Damberg, E., Dolin J., & Ingerslev, G.H. (red). Gymnasiepædagogik En grundbog. Hans Reitzels Forlag. s. 430-452.
4. Biggs, J. 1999. Teaching for Quality learning at University. The Society for Research into Higher Education.
5. Booth, S. 1992. Learning to program A phenomenographic perspective. ACTA Universitatis Gothoburgensis.
6. Boyes, E & Stanisstreet, M. (1991) Development of Pupils' Ideas about Seeing and Hearing –the path of light and sound. Research in Science & Technological Education. Vol. 9. No. 2. p. 223-244.
7. Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. 2003. Inspiration til fremtidens naturvidenskabelige uddannelser, en antologi. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8-2003.
8. Christiansen, F.V. & Olsen, L. 2006. Analyse og design af didaktiske situationer - et farmaceutisk eksempel. MONA. Institut for Naturfagernes Didaktik. Vol. 3. www.ind.ku.dk/side137083.htm
9. Cox-Petersen A. M., Marsh D.D., Kisiel, J. & Melber, L.M. 2003. Investigation of Guided School Tours, Student Learning, and Science Reform Recommendations at a Museum of Natural History. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 40. No. 2 s. 200-218.
10. Damberg, E. 2006. *Gymnasiets pædagogiske udvikling op til 2005-reformen*. I Damberg, E., Dolin J., & Ingerslev, G.H. (red). Gymnasiepædagogik En grundbog. Hans Reitzels Forlag. s. 35-41.
11. Dohn N. 2006. Gymnasieelevers situationelle interesse i forskellige læringssammenhænge i faget biologi. Ph.D-afhandling. Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier. Syddansk Universitet.

12. Dolin, J. 2006a. ”*Dannelse, kompetence og faglighed*”. I Damberg, E., Dolin J., & Ingerslev, G.H. (red). *Gymnasiepædagogik En grundbog*. Hans Reitzels Forlag. s. 58-77.
13. Dolin, J. 2006b. ”*Progression*”. I Damberg, E., Dolin J., & Ingerslev, G.H. (red). *Gymnasiepædagogik En grundbog*. Hans Reitzels Forlag. s. 330-340.
14. Dolin, J. Krogh, L. B & Troelsen R. 2003. ”*En kompetencebeskrivelse af naturfagene*”. I Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. 2003. *Inspiration til fremtidens naturvidenskabelige uddannelser, en antologi*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8-2003.
15. Eshach, H., & Schwartz, J.L. 2006. Sound stuff? Naïve materialism in the middle-school students’ conceptions of sound. *International Journal of Science Education*. Vol 28 Issue 7 p. 733-764.
16. Falk, J.H., & Dierking, L.D. 1992. *The museum experience*. Whales Book Washington, D.C.
17. Falk, J.H. & Dierking, L.D. (2000). *Learning from museums: Visitors experiences and the making of meaning*. Oxford. AltaMira Press.
18. Falk, J. H., & Storksdieck, M. 2005. Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibiton. *Science education*. vol. 89. N.5. p. 744-778.
19. Gleerup, J. 2006 ”*Gymnasiets udvikling i et uddannelsessociologisk og uddannelsespolitisk perspektiv*”. I Damberg, E., Dolin J., & Ingerslev, G.H. (red). *Gymnasiepædagogik En grundbog*. Hans Reitzels Forlag. S.
20. Griffin, J. 2004. Research of students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI 10-1002/sce.20018.
21. Griffin, J., & Symington, D. 1997. Moving from Task-Oriented to Learning-Oriented Strategies on School Excursions to Museums. John Wiley & Sons, Inc. p. 763-779.
22. Griffin. J. 1998. School-museum integrated learning experience science: A learning journey. Ph.d. Thesis. University of Technology, Sydney
23. Griffin, J. 1994. Learning to learn in informal science settings. *Research in Science Education*. Vol 24. P.121-128.
24. Halse, S. & Würtz, N.H. (2005). *Spektrum Fysik C*. Gyldendals forlag.
25. Held, K. 2005. *Sådan bliver du en god underviser*. Frydenlund Grafisk.

26. Herskin, B. 2004. Undervisningsteknik for universitetslærere –formidling og aktivering. 2. Udgave, 2. Oplag. samfundslitteratur
27. Hrepic, Z., Zollmann, D., & Rebello, S. (2000). Students' mental models of sound propagation: implications for the theory of conceptual change. Master Thesis, department of Physics. College of Arts and Sciences. Kansas State University. Manhattan Kansas. Udgivet on-line.
www.fhsu.edu/~zhrepic/Research/Research_Index.html#Papers
28. Hrepic, Z., Zollman D., & Rebello, S. (2002). Identifying students' models of sound propagation. I Franklin, JMarx & K. Cummings (eds.), Proceedings of 2002 Physics Education Conference. Boise, Idaho: PERS Publish
web.phys.ksu.edu/papers/2002/PERC_Sound_Prop.pdf.
29. Hrepic, Z., Zollmann, D., & Rebello, S. (2003). Students understanding and perception of the content of a lecture. Udgivet on-line.
web.phys.ksu.edu/papers/2003/PERC2003_StudentUnderstandingOfLecture.pdf.
30. Hyllested, T. 2006. Hvordan kan lærere støtte elevers læringsprocesser, når de tager ud af skolen? Naturfagsdidaktikkens mange facetter. Proceedings fra Det 8. nordiske Forskersymposium om undervisningen i naturfag. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
31. Isaacs, G. 1996a. Bloom's taxonomy of educational objectives. Teaching and Educational Development Institute. The University of Queensland.
<http://www.tedi.uq.edu.au/teaching/assessment/learningGoals.html>
32. Isaacs, G. 1996b. Biggs' Structure of observed learning outcome (SOLO taxonomy). Teaching and Educational Development Institute. The University of Queensland.
<http://www.tedi.uq.edu.au/teaching/assessment/learningGoals.html>
33. Illeris, K. 2004. Læring –aktuel læringsteori i spændingsfeltet mellem Piaget, Freud og Marx. Roskilde Universitets Forlag.
34. Ilsted, B. N. & Schilhab, S.S.T. 2002. Med krop og sjæl -læring i neurobiology. Aktuel Naturvidenskab. Vol. 4.
35. Jensen, E.B. 2007. 15 åriges viden om klimaforskelle. Speciale rapport. Institut for Naturfagenes Didaktik. www.ind.ku.dk/side168521.htm?lang=3
36. Krogh, L. B., & Thomsen P. 2000. GFII-rapport nr.1: Undervisningsstil og læringsudbytte -en undersøgelse af fysikundervisningen i 1. G. Center for Naturfagenes Didaktik. Det Naturvidenskabelige Fakultet. Aarhus Universitet.
37. Kvale, S. 1994. Interview En introduktion til det kvalitative forskningsinterview. Hans Reitzels Forlag. 7. Oplag.

38. Launsø, L. & Rieper, O. Launsø. 2005 Forskning om og med mennesker
Forskningstyper og forskningsmetoder i samfundsforskning. Nyt Nordisk
Forlag Arnold Busck. 5. Udgave
39. Linder, C. J., & Erickson, G.L. 1989. A study of tertiary physics
students' conceptualizations of sound. Journal of Science Education. Vol. 11.
special issue, s. 491-501.
40. Linder, C. J. 1992. Understanding sound: so what is the problem? Physics
Education. vol 27. p. 258-264
41. Lund, H.H. 2005. Piger og fysik –en umulig kombination?. Uddannelse 2005
vol. 2. Publiceret on-line: <http://udd.uvm.dk/200502/udd200502-06.htm?menuid=4515>
42. Mejding, J. 2004. PISA 2003 – Danske unge i en international sammenligning.
København: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag. ISA.
43. Mortensen, M. F. & Smart, K. 2007. Free-Choice Worksheets Increase
Students' Exposure to Curriculum during Museum Visits. Journal of Research
in Science Teaching.
44. Paludan, K. 2004. Skole, nature og fantasi. Aarhus Universitetsforlag.
45. Quistgaard, N. 2006. Oplevelsen og udbyttet af skolebesøg på teknik- og
naturvidenskabscenter. MONA. Danmarks Pædagogiske Universitet. Marts (1)
p. (23-40).
46. Rennie, L. 1994. Measuring affective outcomes from a visit to a science
education centre. Research in Science Education. Vol. 24. p. 261-269.
47. Rump, C.Ø. 2007. DidaktikTips 8. Ny karakterskala –nye mål? Institut for
Naturfagenes Didaktik. Københavns Universitet. www.ind.ku.dk
48. Schilhab, T.S.S. & Steffensen, B. 2007. Nervepirrende pædagogik en
introduction til pædagogisk neurovidenskab. Akademisk forlag.
49. Scott, P.H., Mortimer, E.F., & Aagular, O.G. 2006. The tension between
authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning
making interactions in High School Science Lessons. Wiley Periodicals, Inc.
www.interscience.wiley.com
50. Sierpiska, A. 1999. Math 645 Concordia University lecture notes on the
theory of didactic situations. <http://alcor.concordia.ca/~sierp/TDS.html>
51. Sinding, A.B. 2007. Når kulturen ekskluderer -piger fra fysikfaget. Mona. Det
Naturvidenskabelige Fakultet. Københavns Universitet. Vol. 1 p.18-31
52. Ulriksen, L. 1998. Projektpædagogik –hvorfor det? Unipæd-projektet. Rapport
nr. 57/97 Erhvervs- og voksenuddannelsesgruppen Roskilde Universitetscenter.

53. Ulriksen, L. 2003. Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser. I Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. 2003. Inspiration til fremtidens naturvidenskabelige uddannelser, en antologi. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8-2003.
54. UVM (2004 a). Lærerenplanen for "Naturvidenskabeligt grundforløb". BEK nr 1348 af 15/12/2004. UVM. www.uvm.dk
55. UVM. (2004 b). Lærerenplanen for "Fysik C-stx". BEK nr 1348 af 15/12/2004. UVM. www.uvm.dk
56. UVM. (2004 c). Lærerenplanen for "Biologi C-stx". BEK nr 1348 af 15/12/2004. UVM. www.uvm.dk
57. UVM. (2005 a). Undervisningsvejledning for "naturvidenskabeligt grundforløb" UVM. www.uvm.dk
58. UVM. (2005 b). Undervisningsvejledning for "Fysik C-stx". UVM. www.uvm.dk
59. UVM. (2005 c). Undervisningsvejledning for "Biologi C-stx". UVM. www.uvm.dk
60. UVM. (2005 d). Undervisningsvejledning for "Almen studieforbereelse". UVM. www.uvm.dk
61. Vaage, S. 2000. Learning by Dewey. Barnet, skolen og den nye pædagogik. Gyldendal Uddannelse
62. Videnskabsministeriet. 2005. Vild med viden! -rapport fra arbejdsgruppen vedrørende forskningskommunikation til børn og unge. Pupliceret on-line: <http://videnskabsministeriet.dk/site/forside/publikationer/2005/vild-med-viden>
63. Wellington, J. 1990. Formal and informal learning in science: the role of the interactive science centres. Phys Educ. Issue 25. p. 247-252
64. Winsløv, C. 2006. Didaktiske elementer – en indføring I matematikkens og naturfagernes didaktik. Forlaget biofolia.
65. Wittmann, M. C., Steinberg, R. & Redish, E. F. 2003. Understanding and affecting students reasoning about sound waves. International Journal of Science Education. Vol 25. Issue 8. P. 991-1013.

Pers komm.:

Allan Winther. Fjord&Bælt. Margrethes plads 1. 5300 Kerteminde. Email af d. 16. Oktober 2007.

Hjemmesider:

Wikipedia, Kimær

[http://en.wikipedia.org/wiki/Chimera_\(genetics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Chimera_(genetics))

National Instruments

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/202992>

Nordfyns Gymnasium

www.nordfyns-gym.dk/

Nordvestjylland Ungdommens uddannelsesvejledning

www.uu-

nordvestjylland.dk/fileadmin/downloads/UCV_materialer/Veje_for_unge_2004_1.pdf

Natursyn om fiskelyde

www.dr.dk/P1/Natursyn/Udsendelser/2007/08/03151053.htm

Fjord&Bælt 1

www.fjord-baelt.dk/page.asp?sideid=72&zcs=3

Fjord&Bælt 2

www.fjord-baelt.dk/page.asp?sideid=44&zcs=3

Roskilde Amtsgymnasium

www.roskildeamt-gym.dk/Default.aspx?ID=786

Stemmeateljert

www.mariane.dk/index.html

Tornbjerg gymnasium

www.tornbjerg-gym.dk/page.asp?sideid=1512&zcs=2

Undervisningsministeriet

www.uvm.dk

Bilag:

Bilag A. Case A

Bilag A1. Elevernes svar på forundersøgelsen og evalueringen (scannede svarark)

Bilag A2. Elevernes svar på spørgeskemaet

Bilag A3. Elevpræsentationer i form af gruppernes postere

Bilag A4. Analyse af eleverne og gruppernes materialer

Bilag A5. Elevinterview

Bilag A6. Lærerinterview

Bilag B. Case B

Bilag B1. Gruppernes svar på forberedelsesmaterialet

Bilag B2. Gruppernes svar på forundersøgelse

Bilag B3. Gruppernes svar på evaluering

Bilag B4. Gruppernes præsentationer i form af rapporter

Bilag B5. Elevernes svar på spørgeskemaerne

Bilag B6. Gruppeinterviews

Bilag B7. Lærerinterview og email

Bilag B8. Lærervejledningen til elevernes rapporter

Bilag B9. Analyse af gruppernes materialer

Bilag C. Udleveret materiale

Bilag C1. Forberedelsesmaterialet

Bilag C2. Forundersøgelse

Bilag C3. Spørgeskema

Bilag C4. Evalueringsundersøgelse

Bilag C5. Formelsamling

Bilag C6. Forholdsregler ved arbejdet med levende dyr

Bilag C7. SigPro manual

Bilag C8. Oprindelige vejledninger til undervisningen

Bilag C9. Adfærdsobservationsark

Bilag D. Andet

Bilag D1. Bioakustik manual

Bilag D2. Alans artikel

Bilag D3. Fra Nordfyn til Island

Bilag D4. Videofilm

Bilag D5. Lydfiler

Bilag D6. Power point til undervisningen