

Stinne Hørup Hansen

Fortællinger i Naturvidenskaben

En empiribaseret undersøgelse af
videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*
og dens forankring i gymnasiepraksis

ph.d. afhandling

Hovedvejleder: Claus Michelsen

Sidevejleder: Ole G. Mouritsen

Financiering:

Ph.d.-projektet er samfinansieret af Forskerskolen for
Gymnasiepædagogik under Institut for filosofi,
pædagogik og religionsstudier på SDU (1/3) og det
interdisciplinære forskningscenter BioNET, som er et
nydannet nationalt center for biofysisk forskning og
undervisning (2/3).

Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens
Didaktik, NAMADI

Center for Membranfysik, MEMPHYS

Naturvidenskabeligt Fakultet
Syddansk Universitet

September 2008



Prolog

Denne forestilling bygger på en sandfærdig historie om, hvordan forskere siden begyndelsen af 1900-tallet har drømt om at skabe magiske kugler, der kan smugle medicin ind i syge celler, så den kun virker dér, uden at skade kroppens raske celler.

*Enhver forbindelse til virkeligheden er tilsigtet, og de medvirkende er tilknyttet Syddansk Universitet.
(Fra Videnskabsteaterforestillingen Den Magiske Kugle)*

Denne afhandling bygger på en empirisk funderet historie om, hvordan gymnasielever fra forskellige klassetrin har modtaget Videnskabsteaterforestillingen og er blevet sat i en tilstand af interesse, så opmærksomheden blev skærpet og de narrative erkendelsesmekanismer blev igangsat.

Enhver forbindelse til naturfagsdidaktisk forskning er tilsigtet og den ph.d. studerende er tilknyttet Syddansk Universitet.

Stinne Hørup Hansen, september 2008

Videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* er en forskningsfortælling, og denne afhandling undersøger, hvad der er på færde, når et naturvidenskabeligt indhold kommunikeres på denne måde til gymnasieelever. Der er bred enighed om, at der i Danmark skal gøres en ekstra indsats for at sikre, at flere unge mennesker søger ind på en naturvidenskabelig uddannelse, og i det perspektiv ansues forestillingen som en naturfagsindsats. Der er brug for, at naturfagsindsatser bliver forskningsfunderet, hvilket er hovedberettigelsen af nærværende projekt. Projektets omdrejningspunkt er *Den Magiske Kugle*, som er et biofysisk eventyr fra forskningens virkelige verden. Igennem denne fortælling formidles den aktuelle frontforskning, som den bruges i forsøget på at finde en mulig kur mod kræft. Forestillingen anvender en lang række dramaturgiske virkemidler for at holde publikum fanget i et narrativt begær og i didaktiseringen af det videnskabelige indhold inddrager de tre forskere i forestillingen en lang række metaforer og hverdagsforståelser.

Projektet består af empiribaserede undersøgelser af elevernes påvirkning af og erkendelse gennem det, *at blive fortalt*, det der i projektet kaldes *narrativ reception*. Den *narrative receptionsanalyse* viser, at der er tre ting, der har afgørende betydning for elevernes modtagelse af forestillingen: Deres individuelle interesse, som også er tæt forbundet med deres faglige forudsætninger for at modtage forestillingen, samt deres forventninger til videnskabsteatergenren og deres holdning til performernes optræden.

I forbindelse med forestillingen blev der designet, afprøvet og undersøgt to forskellige undervisningsprojekter, der havde til formål at forankre forestillingen i elevernes egen praksis i gymnasiet. Designet var baseret på elementer der fanger og fastholder en interesse og som medierer reflekteret dialog om forestillingen. Projektets metodologiske grundlag er design-based research og til empiriindsamling anvendes en bred vifte af kvalitative metoder. Fem gymnasieklasser har set *Den Magiske Kugle* tre naturfaglige klasser og en samfundsvidenskabelig klasse, i alt 90 elever.

Samlet viser resultaterne, at *Den Magiske Kugle* har *interestingness* fordi emnet i forestillingen er personligt relevant for alle uanset faglige præferencer. Desuden formår forestillingen at skabe sammenhæng imellem alle de naturvidenskabelige fag og vise fagenes anvendelsespotentiale. Selve fortællingen om forskningsprocessen har primært vakt interesse hos de naturfaglige elever mens de kunstneriske virkemidler overvejende har bidraget positivt til forståelsen og fastholdelsen af koncentrationen hos hele modtagergruppen. Undersøgelser af forankringsaktionerne viser, at eleverne oplever, at de har givet anledning til meningsfuld bearbejdning af forestillingens faglige indhold gennem samarbejdende læring, hvorved forankringerne gav eleverne en større forståelse for forestillingen.

På grundlag af resultaterne konkluderes det, at *Den Magiske Kugle* kan anvendes til gymnasieelever med tre forskellige formål: Det første er som naturfagsindsats, for at øge unge menneskers interesse for naturvidenskab. Det andet er at fortællingen har format til at være omdrejningspunkt i et tværfagligt projekt og hjælpe elever og lærere med at skabe meningsfuld sammenhæng mellem fagene. For det tredje har den format til, på en og samme tid, at repetere, samle og bygge videre på den viden elever har fra deres gymnasiale fag og derigennem påvirke og støtte deres selvopfattelse som naturfaglige elever. Det at forestillingen har dette format er mest udtalt i forhold til elever der allerede har en interesse for naturvidenskab, hvilket understreger bredden i forestillingens potentielle målgruppe.

The Magic Bullet (in Danish: *Den Magiske Kugle*) is a Science Theatre Play which communicates a research narrative. The present dissertation documents the various effects resulting from the application of the play as a tool to communicate to students of the Upper Secondary School. In Denmark, it is widely recognised that an extra effort in terms of communication needs to be made, in order to ensure that young people, in particular, apply for an education in the natural sciences. In this perspective, the science theatre play is regarded as one possible contribution to the process of reaching this objective. There is, however, a general need for this type of contribution to be more solidly founded within research. Fulfilling this need is the primary rationale behind the present dissertation. *The Magic Bullet* is a fairy tale about biophysics embedded within the real world of research, and it constitutes the focal point of this dissertation. The play conveys to the audience state of the art research as it is put to use in the quest of finding a cure for cancer. In order to catch, and hold, the audience on a narrative leash, and for the purpose of educational reconstruction, the three scientists involved in the play employ a full range of metaphors and references to every day life.

The scope of the dissertation is, through empirical studies, to investigate the students' perception and reception of the instance of *being told* about science – an instance which in this dissertation is labeled *narrative reception*. The *narrative reception analysis* reveals three topical determinants for how the play is received: The students' specific interests, which is closely related to their educational prerequisites for receiving and understanding the play, their general expectations of a science theatre play, and finally what they actually think of the performers.

In relation to the play, two different teaching materials were designed, applied and evaluated. The purpose of both was to anchor the play within the students' teaching-setting in their schools. The materials were designed to both catch and hold the students' interest, and to mediate discussions on the scientific contents of the play. The methodological basis of the project is *design - based* research, and a range of qualitative methods were applied in the collection of empirical data. Five classes from Upper Secondary School have watched *The Magic Bullet*: Three classes with a scientific profile and one with a social scientific profile comprising a total of 90 students.

The investigations presented in this thesis demonstrate *The Magic Bullet* to possess *interestingness* due to the main subjects of the play being personally relevant to everyone without exceptions. Furthermore, the play conveys coherence between all natural sciences and it highlights the vast potential for the applications of science. While the story about the process of science itself did primarily interest the students with a science profile, the scenographic and dramaturgical tools employed benefitted the understanding of, and focus on, the play of the majority of the audience. Data obtained from the analysis of the teaching materials show that the students feel that the sequences helped them to process the scientific content of the play through collective learning, which in turn resulted in a more thorough understanding of play.

Based on the results of this study it can be concluded that *The Magic Bullet* is applicable for students in Upper Secondary School for three purposes: First, as a means to boost the interest for science among young people. Second, the play has proved itself as an excellent tool for both students and teachers to create thorough and logical coherence between subjects. Third, the play is capable of repeating the knowledge, and adds on more to the knowledge, already acquired by the students - thereby supporting their self definition as scientifically literate. These characteristics of the play are more pronounced with regard to students that already have some interests in science which proves the play to be widely applicable irrespective of subject preferences.

Indhold

	Prolog	3
	Resumé	4
	Summary	5
	Indhold	7
Kapitel 1	Introduktion	11
	1.1 Indledning	12
	1.2 Baggrund	13
	1.3 Afhandlingens forskningsspørgsmål	15
	1.4 Projektets struktur	16
	1.5 Afhandlingens disposition	19
	1.6 Læserguide	20
	1.6.1 Begreber	20
	1.6.2 Citater	20
	1.7 Sammenfatning af introduktionen til projektet	21
Kapitel 2	Naturfagsproblematikker	23
	2.1 Introduktion til kapitlet	23
	2.2 Unge har en svigtende interesse for naturfag	24
	2.2.1 Hvorfor har unge en svigtende interesse for naturfag?	25
	2.2.2 Hvorfor er det et problem?	26
	2.2.3 Hvordan løser vi problemet?	26
	2.3 Dette projekts berettigelse	29
	2.4 Sammenfatning	31
Kapitel 3	Videnskabsteater	33
	3.1 Naturfagsindsatser i form af videnskabsteater	34
	3.2 Sammenfatning af kapitlet	37
Kapitel 4	Et analytisk blik på Den Magiske Kugle	39
	4.1 Præsentation af <i>Den Magiske Kugle</i>	40
	4.1.1 En lille forhistorie	40
	4.1.2 Resumé af <i>Den Magiske Kugle</i>	41
	4.1.3 Musikken	42
	4.1.4 Grafikken på skærmen	43
	4.1.5 Scenografien	43
	4.1.6 Personerne i forestillingen	44
	4.1.7 Manuskriptarbejdet	45
	4.2 Kodning af forestillingen	45
	4.3 Dramaturgisk greb	48
	4.3.1 Fortællingers struktur	48
	4.3.1.1 Bølgemodellen og <i>Den Magiske Kugle</i>	49
	4.3.1.2 Fortællinger ifølge Roland Barthes	51
	4.3.2 Karaktererne i <i>Den Magiske Kugle</i>	56
	4.3.2.1 Aktantmodellen	56
	4.3.2.2 Følelser og personkarakteristik	58
	4.3.2.3 Rollemodeller	63
	4.3.3 Afrunding af det dramaturgiske greb	63
	4.4 Didaktisk greb	64
	4.4.1 Formidlingens fremstillingsmåder	64
	4.4.2 Det faglige niveau	66
	4.4.3 Didaktisk rekonstruktion	68

	4.4.4 Narrativitet og anvendelsesperspektivet i naturfag	69
	4.4.5 Afrunding af det didaktiske greb	70
	4.5 Fagligt greb	70
	4.5.1 Den faglige fortælling i <i>Den Magiske Kugle</i>	71
	4.5.2 Naturfagligheden i <i>Copenhagen</i>	72
	4.5.3 Naturfagligheden i <i>Archadia</i>	73
	4.5.3 Rødkålsforsøget fra SDUs Kemishow	74
	4.5.5 Videnskaben i videnskabsfortællinger	76
	4.5.6 Afrunding af det faglige greb	79
	4.6 Sammenfatning af kapitlet	80
Kapitel 5	Interesse, narrativer og erkendelse	81
	5.1 Introduktion til kapitlet	81
	5.2 Narrativer som erkendelsesmekanisme	83
	5.2.1 Situationsmodel i narrativ betydningsdannelse	85
	5.3 Narrativ transportation	89
	5.4 Narrativ forførelse og interesse	91
	5.4.1 Situationel interesse	92
	5.4.2 Individuel interesse	95
	5.4.3 Individuel interesse og identitet	97
	5.5 Narrativ reception	98
	5.6 Sammenfatning af kapitlet	100
Kapitel 6	Metodologi, metoder og validitet	101
	6.1 metodologi	101
	6.1.1 Kvalitativ metode	101
	6.1.2 Grounded theory inspireret metode	103
	6.1.3 Design-based research	104
	6.1.4 Laver jeg design-based research?	105
	6.2 Empiri	107
	6.2.1 Kort oversigt over aktionerne	107
	6.2.2 Metoder til dataindsamling i Aktion 1	109
	6.2.3 Metoder til dataindsamling i Aktion 2	109
	6.2.4 Metoder til dataindsamling i Aktion 3	111
	6.2.4.1 Q-metodologi	112
	6.2.5 Observation i felten	114
	6.2.6 Min rolle under afviklingen af forankringsaktionerne	117
	6.3 Reliabilitet og validitet	120
	6.4 Sammenfatning af kapitlet	122
Kapitel 7	Undersøgelsens informanter	123
	7.1 Implementering af undersøgelsen	123
	7.1.1 Markedsføring til gymnasiet	123
	7.1.2 Min kontakt til lærerne	124
	7.2.3 Klasserne	125
	7.2 Metoder	126
	7.2.1 Anonymitet	126
	7.2.2 Q-metodologi	126
	7.3 Modtagelsen	127
	7.4 Karakteristik af eleverne	129
	7.5 Sammenfatning af kapitlet	131
Kapitel 8	Narrativ receptionsanalyse af <i>Den Magiske Kugle</i>	133
	8.1 Umiddelbar affektiv respons	134
	8.1.1 Hvor interessant er forestillingen?	134
	8.1.2 Smileys	135
	8.1.3 Foyer Interviews	136

	8.2 Reflekteret respons	138
	8.2.1 Kodning af interviews	138
	8.2.2 Elevcitater	139
	8.2.3 'Forventningshorisont'	142
	8.2.4 'Erfaringshorisont'	143
	8.2.5 'Kunsten'	146
	8.2.6 'Fortællingen'	152
	8.2.7 'Performerne'	164
	8.2.8 'Videreført'	169
	8.2.9 Q-sort for 2.S	172
	8.3 Sammenfatning og diskussion af den narrative receptionsanalyse	175
	8.3.1 Modtagelsen	176
	8.3.2 Behov	177
	8.3.3 Behov/Tolkning	179
	8.3.4 Tolkning	181
	8.4 Opsummering af elevernes <i>Narrative Reception</i>	183
	8.4.1 Modtagelsen	183
	8.4.2 Behov	184
	8.4.3 Tolkning	184
	8.5 Sammenfatning af den narrative receptionsanalyse	185
Kapitel 9	<i>Den Magiske Kugles Interestingness</i>	187
	9.1 <i>Interestingness</i>	188
	9.2 Specifik <i>interestingness</i>	189
	9.3 Sammenfatning af <i>Den Magiske Kugles interestingness</i>	190
Kapitel 10	Design og afvikling af Aktion 2 og Aktion 3	191
	10.1 Teoretisk grundlag for designet af Aktion 2 og Aktion 3	191
	10.1.1 'Catch and Hold'	192
	10.1.2 Samarbejdende læring	193
	10.2 Aktion 2	194
	10.2.1 Beskrivelse af undervisningsmaterialet til Aktion 2	194
	10.2.2 Afvikling af Aktion 2	196
	10.3 Aktion 3	197
	10.3.1 Beskrivelse af opgaveløbet til Aktion 3	197
	10.3.2 Afvikling af Aktion 3	198
	10.4 Dataindsamling ved Aktion 2 og 3	199
	10.4.1 Metoder til dataindsamling under Aktion 2	200
	10.4.2	200
	10.5 Sammenfatning af kapitlet	200
Kapitel 11	Aktion 2 – Tværfagligt projekt	203
	11.1 'Samspil'	204
	11.2 'Rapporten'	208
	11.2.1 Rapportkommentarer fra individuelle interviews	210
	11.3 'Matrixfremlæggelser'	213
	11.3.1 Matrixgruppe C	215
	11.4 Sammenfatning af resultaterne fra Aktion 2	222
Kapitel 12	Aktion 3 – Opgaveløb	225
	12.1 Interviews	226
	12.2 Opsummering af resultaterne fra Aktion 3	232
	12.3 Sammenfatning af kapitlet	232
Kapitel 13	Forankring af forestillingen i gymnasiepraksis	235
	13.1 Forankring	235
	13.2 Præsentation af tanker bag designet	236

	13.3 Beskrivelse af Aktionerne	236
	13.4 Resultater for Aktionerne	236
	13.5 Skal alle indsatser forankres?	237
	13.6 Sammenfatning af kapitlet	238
Kapitel 14	Konklusion og perspektivering	239
	14.1 Sammenfattende konklusioner	239
	14.2 Fortællinger	242
	14.3 Arbejdsformer	242
	14.4 Forskerne som performere	243
	14.5 Videnskabsteatergenren	243
	14.6 Eleverne på banen	243
	14.7 Forskning i naturfagsindsatser	244
	14.8 Fremtidsperspektiver	244
	Litteratur	247
	Epilog	257
Bilag A	Transskription af <i>Den Magiske Kugle</i>	259
Bilag B	Spørgeskemaer	279
Bilag C	Interviewguides	289
Bilag D	Opgaveløb	291
Bilag E	<i>Udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiet</i> , Hansen, 2007	303
	Dvd med <i>Den Magiske Kugle</i>	

1

Introduktion

Hvad er projektets visionære og strukturelle grundlag?
 Hvad er min baggrund og bevæggrund for at gennemføre
 projektet? Og hvad kan man som læser forvente sig af
 hvert kapitel?

Jeg har gjort tre ting i dette ph.d. projekt:

Problematiseret feltet for naturfagsindsatser.

Til denne problematisering har jeg anvendt de internationale undersøgelser om elevers kompetencer, interesse for og holdninger til naturvidenskab. Dernæst har jeg set på de rapporter, der findes omkring naturfagsindsatser i Danmark og udlandet og endelig har jeg anvendt de nationale og internationale rapporter, der fremkommer med løsningsforslag og anbefalinger på området. Denne problematisering muliggør en placering af mit projekt blandt feltet af naturfagsindsatser.

Fremvist og analyseret et løsningsforslag i form af en videnskabsteaterforestilling.

Omdrejningspunktet for denne afhandling er videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*, der med fortællingens virkemidler beskriver den biofysiske forskningsproces bag udviklingen af en mulig kur mod kræft. Forestillingen imødekommer en lang række af de forskningsfunderede omstændigheder, der skal være opfyldt for at vække en interesse for naturvidenskab. Forestillingen er analyseret med henblik på de narrative, didaktiske og faglige virkemidler samt dens videnskabelige indhold og niveau og gymnasieelevers subjektive oplevelse med forestillingen er blevet undersøgt empirisk ved hjælp af kvalitative metoder.

Forankret løsningsforslaget i undervisningspraksis.

To forslag til tværfaglig forankring af forestillingen i elevernes egen praksis er beskrevet, gennemført og undersøgt empirisk. Ideologien er at eksterne indsatser bør understøttes med undervisningsmateriale, så eleverne bliver deltagere i reflekteret dialog om forestillingen og læ-

terne i gymnasiet kan bygge videre på den interesse, der måtte være opstået i situationen. Dette projekt undersøger, hvilken rolle forestillingen har i elevernes bevidsthed, i projekter der tager udgangspunkt i forestillingens faglige indhold.

1.1 Indledning

Denne forestilling bygger på en sandfærdig historie om, hvordan forskere siden begyndelsen af 1900-tallet har drømt om at skabe magiske kugler, der kan smugle medicin ind i syge celler, så den kun virker dér, uden at skade kroppens raske celler.

Enhver forbindelse til virkeligheden er tilsigtet, og de medvirkende er tilknyttet Syddansk Universitet.

(Citat fra introduktionen til videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*)

Har du lyst til at se forestillingen? Ja, svarer du nok, men det er ikke fordi den handler om naturvidenskab, det er fordi din interesse er blevet vakt. Det er tilsyneladende en fortælling, der er personligt relevant, den er autentisk – ja, næsten magisk. Men, faktum er, at forestillingen viser sig at handle om grundforskning indenfor biofysik, men den er skruet sammen som en fortælling med en stærk menneskelig relation, og derfor vil vi gerne se den.

At fortælle historier er en slags erkendelsesform, som mennesker nok altid har anvendt. Nogle af de ældste historier vi kender er oldtidens myter. Når vikingerne ikke kunne give en videnskabelig forklaring på lyn og torden, fortalte de historier om, hvordan Tor svingede sin hammer, når guderne sloges med jætterne. Ved at fortælle historier om det uforklarlige, blev det en del af det kulturelle univers – det blev noget man kunne tale om og en måde, hvorpå man kunne lære at leve med angsten for det uforklarlige. Tilsvarende gælder det, at man ved at fortælle om sine oplevelser bearbejder dem til erfaringer, som det er muligt at handle ud fra. Kunsten at fortælle historier er noget, vi lærer fra vi er helt små. Nogle mener, at netop denne færdighed og lysten til at høre historier og evnen til at forstå dem er det, der adskiller os fra andre primater. Det er med andre ord en naturlig del af menneskers liv. Som Jerome Bruner skriver:

“We listen to them endlessly, tell them as easily as we grasp them – true or false ones, real ones or make-believe, accusations and excuses, we take them all in stride. We are so adept at narratives that it seems almost as natural as language itself.” (Bruner, 2002, s. 3)

Det er altså menneskets natur at fortælle og lytte til fortællinger. Hvad om vi benytter os af denne egenskab, når unge skal tilegne sig naturvidenskaben? Jeg foreslår, at vi skal finde fortællingerne frem fra naturvidenskaben, så naturvidenskaben ikke formidles som enkeltstående kontekstløse fænomener, men derimod som sammenhængende fortællinger med en begyndelse, en midte og en slutning. *Den Magiske Kugle*, der er citeret i indledningen af dette afsnit, er sådan en fortælling og denne afhandling undersøger, hvad der er på færde, når et naturvidenskabeligt indhold kommunikeres på denne måde til gymnasieelever.

1.2 Baggrund

Jeg er ph.d.-stipendiat indenfor naturvidenskabelig fagdidaktik på Syddansk Universitet i Odense under Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik (NAMADI), Center for Biomembranfysik (MEMPHYS) og Forskerskolen for Gymnasiepædagogik. Jeg er uddannet Civilingeniør i Bioteknologi fra Danmarks Tekniske Universitet og naturvidenskaben har altid haft en særlig plads i mit liv. Jeg mener, at naturvidenskab skal kommunikeres til modtagerne med fokus på at højne den almene naturvidenskabelige dannelse og at dette skal gøres ved at gøre naturvidenskab personligt relevant for modtagerne. Ved at gennemføre dette ph.d.-projekt indenfor naturfagsdidaktik, og dermed udvide mit faglige aktørfelt, har jeg fået en forskningsbaseret indsigt i, hvad der får unge mennesker til at interessere sig for naturvidenskab og dermed bidrage konstruktivt til at forbedre de interventioner, der iværksættes i disse år for at rekruttere unge mennesker til en naturvidenskabelig uddannelse.

Der er bred enighed om, at der i Danmark skal gøres en ekstra indsats for at sikre, at flere unge mennesker søger ind på en naturvidenskabelig uddannelse (Busch, 2004) og der publiceres årligt en lang række artikler om naturfagsdidaktiske problematikker (*Science Education now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, 2007; *Europe needs more Scientists*, 2004; *Science Education in Europe: Critical Reflections*, 2008; Dolin, 2005; Troelsen, 2005). For at imødekomme problemerne iværksættes der et stort antal indsatser med det hovedformål at skærpe elevernes interesse for de naturvidenskabelige fag. På national målestok kan blandt andet nævnes aktiviteter som Dansk Naturvidenskabsfestival, Forsknings Døgn, Galathea-ekspeditionen, ScienceTeam K, Naturvidenskabeligt grundforløb, UNF – ungdommens naturvidenskabelige forening. I samme ombæring skal nævnes det store antal naturvidenskabsmuseer, der laver besøg dedikeret til folkeskole og gymnasieklasser og i nogen grad har udviklet undervisningsmateriale i tilknytning til besøget. Der udgives desuden bøger med samme formål, heriblandt *Videnskaberfremtiden* (Nielsen, 2003), *Videnskabet* (Damager et. al., 2001) og *Det Medicinerede Menneske* (Madsen et. al., 2005). Desuden arrangerer man på de danske universiteter populærnaturvidenskabelige foredrag, ScienceCamp, ScienceLab, Fysik- og kemishow, Cirkus Naturligvis og en lang række andre tilbud til børn og unge. En række rapporter er blevet udarbejdet for at kortlægge og undersøge indsatser, der skal fremme interessen for teknik og naturvidenskab. Blandt andet *Undersøgelse af naturvidenskabsindsatser* fra 2006 (EVA 2006) som specifikt kigger på Science Cup Denmark og besøg på Danfoss Universe og *Teknik og naturvidenskab* fra 2001 (EVA 2001), som resulterede i oprettelse af en netbaseret database, der giver en oversigt over naturvidenskabsindsatserne i Danmark.

Generelt anvendes der, i stigende grad, ressourcer til alternative kommunikationsformer til at formidle det naturvidenskabelige budskab. De mange indsatser, og deres form, bør give anledning til spørgsmål som: Hvad er omfanget af indsatserne? Hvad er virkningen af indsatserne? Hvad er succeskriterierne for indsatserne? Hvordan integreres disse indsatser i den almindelige undervisning? Hvilke didaktiske overvejelser ligger bag indsatserne? Problematikken stikker dybere end jeg først har antaget som man kan læse i en nyligt udkommet bog *Communicating Science in Social Contexts* (2008), hvor professor i videnskabskommunikation Steve Miller retter en kritik imod de manglende reviewede og dermed anerkendte tidsskrifter indenfor videnskabskommunikation og det manglende samarbejde mellem formidlere af naturvidenskab og forskere fra samfundsvidenskab eller humaniora. Han har gennemført en undersøgelse af deltagere på konferencer indenfor videnskabskommunikation, der viser, at jeg falder ind under

”stereotypen” af den gennemsnitlige person, der arbejder med videnskabskommunikation; en ung kvinde med en naturvidenskabelig baggrund. Til denne beskrivelse hører også, at denne stereotyp aldrig eller sjældent læser videnskabeligt relevant litteratur. Dette er ikke tilfældet for mit vedkommende, jeg vil gerne give denne stereotyp et løft i den videnskabelige retning. Det er altså på tide at forske i virkningen af disse mange og ressourcekrævende indsatser og forsøge at besvare nogle af ovenstående spørgsmål. Jeg vil således føje endnu en indsats til feltet, nemlig *min* forskningsindsats.

Jeg anser mit projekt som relevant for en række aktører: Universiteter, der anvender ressourcer på markedsføring af naturvidenskabelige universitetsuddannelser og til brobygning mellem gymnasiet og universitetet; fonde, der uddeler penge til interesseskabende indsatser; læremiddeludviklere, forskere i videnskabskommunikation og andre aktører med interesse for naturvidenskabsformidling. Endelig imødekommer projektet det faglige indhold i Naturvidenskabeligt grundforløb i det almene gymnasium, som det fremgår af følgende uddrag omkring perspektivering:

Det er vigtigt, at det faglige indhold i det naturvidenskabelige grundforløb perspektiveres på en sådan måde, at eleverne opnår forståelse af, at naturvidenskab ofte spiller en helt afgørende rolle i arbejdet med problemer af samfundsmæssig og teknologisk art – og således, at naturvidenskabens betydning for elevernes egen dagligdag understreges.

(Vejledning til Naturvidenskabeligt grundforløb, afsnit 2.1. UVM 2007)

Jeg har ønsket at lave et projekt med stærk praksistilknytning, der resulterer i anvendelig evidensbaseret viden. Mit håb har været at afslutte projektet med et kommunikationsprodukt, som kan bidrage til løsning af den problemstilling jeg satte mig for at undersøge. Dette rækker ud over den kritisk-beskrivende forskning, som resulterer i en problematisering af den givne virkelighed, så øjne åbnes og der banes vej for en anden praksis, men uden at bidrage til konkrete løsningsmodeller. Jeg har tilstræbt at nå videre end blot at undersøge diskursen i de naturvidenskabsindsatser der allerede eksisterer. Mit ønske har været at komme med en praktisk testet teori gennem et praksisudviklende forskningsprojekt, og dermed identificere og anvende de virkemidler, der skal tages i brug for at opnå de bedste resultater i forhold til at påvirke unge menneskers interesse for naturvidenskab.

Jeg har i mit ph.d. projekt valgt at arbejde ud fra en specifik indsats, nemlig videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*, som er blevet opsat i et samarbejde mellem forskere fra Center for membranfysik (MEMPHYS) og Center for Kunst og Videnskab på Syddansk Universitet. Center for Kunst og Videnskab er det eneste af sin art i Danmark. Medarbejderne beskriver det som et eksperimentarium for nye udtryks- og formidlingsformer. De formidler forskning og skaber ny kunst, ved at kombinere kunstens og videnskabens verden. Forestillingen *Den Magiske Kugle* er støttet af Statens Forskningsråd for Natur og Univers og Institut for Biokemi og Molekylær Biologi, SDU. *Den Magiske Kugle* er et biofysisk eventyr fra forskningens virkelige verden. Igennem dette eventyr formidles den aktuelle frontforskning, som den bruges i forsøget på at finde en mulig kur mod kræft. Efter mange års kamp har en gruppe forskere på Syddansk Universitet, sammen med forskere i en lille dansk virksomhed, fundet en metode, som kan smugle kræftmedicin ind i svulsterne, så den kun virker dér og ikke skader kroppens raske celler. Metoden går ud på at indkapsle kræftmedicin i bittesmå fedtkugler, såkaldte ”magiske kugler”. Forskningen, der beskrives, anvender viden fra både biologi, fysik og kemi, hvilket afspejles i rollefordelingen med en

professor i biofysik, en ph.d.-stipendiat i molekylær biologi og en medicinstuderende. Dette samarbejde på tværs af flere forskningsfelter spiller en central rolle i forestillingen. Forestillingen tager tilskueren med på en rejse gennem den videnskabshistoriske proces bag udviklingen af disse magiske kugler frem til nu, hvor de første kliniske studier er i gang.

I forbindelse med forestillingen har jeg udarbejdet to typer undervisningsforløb, hvor meningsfuld tværfaglighed, reflekteret dialog og samarbejdende læring kommer i første række. Disse undervisningsforløb skal forankre forestillingen i elevernes egen praksis og vil blive refereret til som forankringsaktioner.

Videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* er ikke udviklet specifikt med henblik på anvendelse som naturfagsindsats i gymnasiet. Målgruppen for forestillingen har været den brede offentlighed såvel som gymnasieelever. Det er mit valg at forske i forestillingens anvendelsespotentiale som naturfagsindsats til gymnasieelever og forventer derved at bidrage til at den fælles indsats for at fremme interesse for naturfag bliver forskningsfunderet og at anbefalinger og ansøgninger til projekter indenfor feltet får en teoretisk tyngde.

1.3 Afhandlingens forskningsspørgsmål

Jeg har i det ovenstående beskrevet problematikken omkring den manglende forskningsfundering af naturvidenskabelige kommunikationsprodukter. Min intention er at gennemføre en forskningsbaseret undersøgelse af videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*, elevernes oplevelser med forestillingen samt at undersøge, hvordan forestillingen kan opfølges i gymnasieundervisningen.

Dette fører til følgende forskningsspørgsmål:

- 1) Hvad er *Den Magiske Kugles interestingness*?
- 2) Hvordan kan *Den Magiske Kugle* forankres i gymnasialt regi?

Naturvidenskabelige kommunikationsprodukter har ét fælles formål, nemlig at skabe interesse for naturvidenskab. Det er derfor naturligt at lade teorier om interesse give afhandlingen sin teoretiske tyngde. Begrebet *interestingness* kan oversættes til interesseskabende potentiale. Begrebet anvendes blandt andet indenfor interesseforskningen og er ikke tydeligt defineret, sandsynligvis fordi der er en common-sense forståelse af begrebet. Netop på grund af dets commonsense forståelse finder jeg det nyttigt at anvende i mit forskningsspørgsmål, hvilket imidlertid skaber et behov for en begrebsudredning. Ifølge Shirey (1992) refererer en teksts *interestingness* til relationen mellem teksten og læseren. Schank (1979) skriver: "*Interestingness is in general a very dynamic property, heavily dependent on context*" (s. 279). Begge udsagn er i overensstemmelse med det Krapp (2002) skriver: "*A 'working' interest can be caused either by an already existing dispositional interest (personal interest) or by the special conditions of a teaching or learning situation ('interestingness')*" (s.388). *Interestingness* refererer således til karakteren af (lærings)situationen, og for at tolke en situations *interestingness* skal vi have et kendskab til selve situationen og til modtagernes relation til situationen. I lyset af dette når jeg til følgende definition: Be-

grebet *interestingness* rummer to dimensioner; en *beskrivelse af* selve objektet og dernæst modtagerens *oplevelse med* objektet. Objektet kan eksempelvis være en aktivitet, en tekst eller en teaterforestilling.

Jeg skal således have en indsigt i de to dimensioner for at kunne redegøre for *Den Magiske Kugles interestingness*.

1.4 Projektets struktur

Det konkrete forskningsprojekt, hvis forskningsspørgsmål er gennemgået i det forrige afsnit, tog sin begyndelse godt et år inde i ph.d. forløbet. Ph.d. forløbet har således bestået af tre faser af meget forskellig karakter. Fase 1 udgør den første periode af min tid som ph.d. stipendiat. Jeg har valgt at bringe en kort beskrivelse af denne fase, da jeg mener, at processen, har dannet det teoretiske og erfaringsmæssige grundlag for hovedprojektet. Endelig mener jeg, at det er hensigtsmæssigt at give et overblik over det samlede ph.d. forløb, da alle faser har haft indflydelse på den forsker, jeg bliver, når ph.d. forløbet er afsluttet. Jeg vil lægge fokus på, hvilke teoretiske områder jeg har beskæftiget mig med og de empiriske undersøgelser jeg har været involveret i eller selv har gennemført. I nogen grad vil resultaterne af disse undersøgelser omtales. Fase 2 og 3, der også beskrives nedenfor, danner grundlaget for nærværende afhandling.

Fase 1: Problematisering

Arbejdstitlen på mit projekt var *Biofysik som model for tværfaglig undervisning i gymnasiet*. Projektet udsprang af et ønske om at skabe tværfagligt undervisningsmateriale indenfor Biofysik til gymnasieniveau og dernæst et ønske om at opnå en større forståelse for, hvad der virker og hvad der ikke virker i markedsføringen af naturvidenskab, herunder primært fysik, i regi af Syddansk Universitet.

Det oprindelige mål med mit projekt kan koncentrerer i følgende spørgsmål:

Hvordan kan frontforskningen i biofysik bringes på en form så det kan anvendes i undervisningen i gymnasiet og skabe en interesse blandt eleverne?

I den første fase af mit ph.d. forløb blev jeg gennem min vejleder introduceret til interessedeteorien og besluttede at lade interesseforskning være det teoretiske omdrejningspunkt for mit arbejde. Samtidig mødte jeg mit genstandsfelt, nemlig eleverne. Jeg afprøvede en række kvalitative metoder, gennemførte et tværfagligt pilotstudie og fik en teoretisk forståelse for interessebegrebet, naturvidenskabelig dannelse, kønsmæssige aspekter i naturvidenskab, betydnings af rollemodeller m.m.

Beslutningen om at lade interesse for naturvidenskab være omdrejningspunktet i min forskning ledte naturligt til et ønske om at forstå, hvad det ifølge fysikstuderende er, der gør fysik interessant. For nok er jeg selv interesseret i naturvidenskab, men jeg har altid drejet mine fagvalg over mod noget mere biologisk end teknisk. Jeg følte derfor at jeg i starten af mit projekt havde et behov for at forstå universitetsstuderendes bevæggrund for at vælge at studere fysik. Med andre ord, hvis jeg skulle få unge men-

nesker til at interessere sig for fysik, så måtte jeg finde ind til kernen i fysikken og finde ud af, hvorfra motivationen til at læse fysik kom fra – hvad var det der var så fascinerende?

Allerede anden uge af mit studie gik jeg i gang med at interviewe fysikere. Jeg interviewede otte fysikere, en fra Niels Bohr Institutet og syv fra SDU, to piger og seks drenge. Disse var semistrukturerede interviews, med fokus på det at være fysikstuderende og baggrunden for deres studievalg.

En af de ting, der overraskede mig mest blandt de interviewede var den stolthed de havde omkring faget og den faste tro de havde på at fysik er grundlaget for alle andre videnskaber. Jeg kan ikke benægte, at deres begejstring for fysik havde en smittende effekt på min egen opfattelse af faget. Resultaterne af disse interviews bekræftede mig i, at det ”produkt”, jeg skulle være med til at sælge/markedsføre bestemt, var værd at sælge. Jeg fik også en forståelse for, hvor vigtigt det er at give elever nogle rollemødder indenfor fysik, så de kan se, at faget også er relevant for dem, og at fysikere også er mennesker og ikke kun ”kloge nørdere”.

Da mit projekt skulle tage udgangspunkt i det almene gymnasium besluttede jeg mig for at observere fysikundervisningen i gymnasiet. Jeg gennemførte derfor en række feltobservationer af en 1.g klasse i fysik på et dansk bygymnasium med et stort opland. Det var en matematisk klasse fra den gamle studieordning før Gymnasireformen i 2005. Disse observationer gav mig en ny referenceramme i forhold til fysik, det vil sige en anden referenceramme end mine egne oplevelser med fysik dengang jeg selv gik i gymnasiet. Jeg blev introduceret til den teknologi, der er til rådighed i undervisningen i dag og prøvede for første gang at være observatør af en undervisningssituation.

I den følgende periode beskæftigede jeg mig primært med elevers selvopfattelse, det vil sige den opfattelse, de har af deres egne evner til at mestre et fag, og hvordan disse opstår og påvirkes blandt andet i form af rollemødder internt i klassen, men også eksternt i form af foredragsholdere, fra medier m.m. I den forbindelse udarbejdede jeg spørgeskemaer til den klasse, jeg fulgte igennem en måneds tid.

Herefter fik jeg mulighed for at deltage i et tværfagligt projekt udviklet af min vejleder. Det handlede om modellering af eksponentialfunktionen og involverede fagene fysik og matematik. Derigennem fik jeg mine første erfaringer som deltagende observatør i tværfagligt regi. Vi gennemførte også en række interviews med eleverne, hvor vi primært fokuserede på deres interesse for naturvidenskab, og hvilke faktorer der havde været med til at påvirke interessen.

Knap et halvt år inde i studiet bød chancen sig for at deltage i et tværfagligt projekt med matematik, fysik, kemi og biologi i en matematisk 1.g klasse på et andet bygymnasium. Projektet fungerede som en forberedelse til Gymnasireformen, der skulle træde i kraft samme år. Resultaterne er offentliggjort i *Udfordringer for det tværfaglige samarbejde i gymnasiet* (Hansen, 2007).

På dette stadie af mit projekt var jeg nu klar til at udvikle et undervisningsforløb, der tog udgangspunkt i frontforskningen indenfor biofysik, nemlig membranfysik. Netop da, blev jeg, som en del af mine undervisningsforpligtelser som ph.d. stipendiat bedt om at udvikle et undervisningsmateriale i forbindelse med videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*, som var ved at blive opsat. Med denne opgave tog projektet en drejning. Jeg følte, at denne forestilling tilsyneladende rummede alle de ting, mine hid-

tidige erfaringer og teoretiske studier havde vist mig skulle være til stede for at skabe en interesse for naturvidenskab og samtidig opfyldte den kravene til mit projekt. Forestillingen handlede om biofysik og inddrog frontforskningen, det var forskere der stod på scenen, og dermed rollemodeller, de spillede sig selv og viste dermed, at de var almindelige mennesker, den var tværfaglig, emnet var relevant og det hele var skruet sammen som en fortælling. Jeg besluttede derfor, i samråd med mine vejledere, at lade videnskabsteaterforestillingen, *Den Magiske Kugle*, danne grundlaget for resten af mit ph.d. forløb. Jeg har ingen formel tilknytning til Center for Kunst og Videnskab og min forskning i en af deres produktioner er således opstået på mit eget initiativ.

De følgende to faser i mit ph.d. forløb er de faser, der er beskrevet i denne afhandling og selve arbejdet med afhandlingen udgør den fjerde og sidste fase i forløbet.

Fase 2: Den Magiske Kugle

Denne fase består af en kritisk gennemgang af videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* og empiriske undersøgelser af elevernes reception af forestillingen.

Kritisk gennemgang af Den Magiske Kugle

Den kritiske gennemgang af forestillingen består af en analyse af dens struktur, fremførelse, formål og formidling af det faglige indhold og er resultatet af, at jeg har taget tre forskellige *greb* om forestillingen:

Et *dramaturgisk greb*, der finder ind til den narrative struktur og de teatraliske virkemidler, som instruktøren har brugt for at fastholde publikums interesse.

Et *didaktisk greb*, hvor jeg ser nærmere på, hvordan det videnskabelige indhold i forestillingen har undergået en transformation til en fortælleegnet almenforståelig forskning, så den enkelte modtager af kommunikationen kan tilegne sig det som personlig viden.

Et *fagligt greb*, hvor jeg undersøger hvor meget videnskab der er i videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* og sætter det i relation til andre videnskabsteaterforestillinger med hensyn til det faglige niveau og den rolle fagligheden spiller i fortællingen.

Aktion 1: Den Magiske Kugle

Ved denne aktion blev *Den Magiske Kugle* vist til gymnasieklasser og efterfølgende blev deres reception af forestillingen undersøgt. Inden eleverne så forestillingen besvarede de et elektronisk spørgeskema, der havde til formål at kortlægge elevernes faglige og personlige holdning til naturvidenskab. Elevernes umiddelbare og reflekterede oplevelse af forestillingen blev undersøgt ved hjælp af spørgeskemaer, gruppeinterviews og individuelle semistrukturerede interviews og interviews ved Q-metodologi. En uddybning af disse metoder vil blive gennemgået i afhandlingens metodiske kapitel.

Fase 3: Design og afprøvning af forankringsaktioner

I denne fase designede og afprøvede jeg to aktioner, der skulle forankre forestillingen i elevernes egen praksis i gymnasiet.

Aktion 2: Tværfagligt forløb

Denne aktion havde to primære formål: Et, at involvere eleverne i forestillingens faglige indhold og dermed gøre dem til deltagere i arbejdet med emnet og ikke blot iagttagere, og derigennem mediere reflekteret dialog om forestillingen. To, at forankre forestillingen i undervisningen i gymnasiet, så den situationelle interesse der måtte være opstået bringes med tilbage i de aktuelle fagdomæner i praksis.

Aktion 2 er en forankringsaktion af 2 ugers varighed og er således en "heavy" version af opfølgningen. Aktionen består af et tværfagligt projekt i fysik og biologi.

Aktion 3: Opgaveløb

Denne aktion havde til formål at facilitere reflekteret kommunikation om forestillingen. Aktionen består af et Opgaveløb, der indeholder ni små opgaver, der bearbejder en række faglige aspekter af forestillingen. Jeg har udviklet opgaveløbet som en "light version" af en opfølgning i undervisningen.

1.5 Afhandlingens disposition

Kapitel 2 har til formål at give en oversigt over de naturfagsproblematikker der rør sig internationalt og i den danske kontekst. Dernæst vil jeg undersøge dette projekts berettigelse i lyset af naturfagsproblematikkerne, hvorefter videnskabsteatergenren og dens rolle som naturfagsindsats vil præsenteres i kapitel 3.

Kapitel 4 består af en kritiske gennemgang af forestillingen og består af en analyse af dens struktur, fremførelse, formidling af det faglige indhold og en analyse af hvor meget videnskab der er i forestillingen og i videnskabsfortællinger generelt.

I Kapitel 5 og 6 redegøres for det teoretiske og metodiske grundlag for mine empiriske undersøgelser. I den teoretiske del defineres begrebet *narrativ reception*, der vil fungere som mit analytiske redskab under databearbejdningen af resultaterne fra Aktion 1.

Mine informanter, de klasser de tilhører og deres faglige præferencer og forudsætninger for at modtage forestillingen præsenteres i Kapitel 7, sammen med en redegørelse for valg af informanter.

Kapitel 8 består af en narrativ receptionsanalyse af mine empiriske undersøgelser af elevernes umiddelbare og reflekterede modtagelse af forestillingen

I Kapitel 9 samles resultaterne fra analysen af *Den Magiske Kugle* i kapitel 4 samt den narrative receptionsanalyse i kapitel 8 i besvarelsen af det første forskningsspørgsmål – hvad er *Den Magiske Kugles interestiness*?

De følgende tre kapitler, kapitel 10, 11 og 12 omhandler forankringsaktionerne, deres design, afvikling og databehandling og resultater, hvilket til sammen giver svaret på det andet forskningsspørgsmål – Hvordan kan *Den Magiske Kugle* forankres i gymnasialt regi? som redegøres for i kapitel 13.

Kapitel 14 afrunder afhandling hvori der ses tilbage på resultaterne fra nærværende undersøgelse, og de anbefalinger mine resultater har givet anledning til i forbindelse med naturfagsindsatser. Herefter rettes blikket fremad og behovet for fremtidige forskningsprojekter udfoldes.

I afhandlingens bilag kan man finde en kodet transskription af *Den Magiske Kugle*, materiale jeg har anvendt til mine empiriske undersøgelser, samt Opgaveløbet der blev anvendt i Aktion 3. Endelig kan man finde en artikel jeg har skrevet i forbindelse med første fase af mit ph.d. projekt. På sidste side i afhandlingen findes en plastiklomme med en dvd af *Den Magiske Kugle*.

1.6 Læserguide

Dette afsnit har til formål at guide læseren af afhandlingen i forhold til citaternes udformning, begreber der anvendes synonymt og andre informationer, der kan være relevante i forbindelse med modtagelsen af afhandlingen.

1.6.2 Begreber

De faglige termer 'amfifil' og 'phosphorlipid' kan staves på mange forskellige måder. Jeg har valgt at stave dem på de angivne måder i denne afhandling. I uddrag fra elevrapporterne i Aktion 2 og i Opgaveløbet vil der dog fremkomme andre stavemåder.

Med *aktioner* refererer jeg til situationer, hvor jeg udførte empiriske undersøgelser af *Den Magiske Kugle* og af undervisningsmaterialet. Med *aktion* signaleres, at jeg som forsker er aktiv i forbindelse med empiriindsamling og at eleverne inddrages som informanter og aktive deltagere.

Begreberne *narrativer* og *fortællinger* anvendes synonymt i denne afhandling. De refererer til selve kommunikationsproduktet, og ikke til fortælleaktiviteten. Det at fortælle kaldes historiefortælling, om end mange bruger den engelske betegnelse *storytelling*.

Begreberne *modtagelse* og *reception* anvendes også synonymt igennem afhandlingen. De henviser til den situation man befinder sig i når et produkt kommunikeres til én, hvad enten det er en reklame, en film, skriftligt materiale eller en teaterforestilling. En modtagelse er altid selektiv.

1.6.1 Citater

I afhandlingen præsenteres en række forskellige citattyper og for at hjælpe læseren med at skelne imellem dem har jeg valgt at angive dem på lidt forskellig vis.

Citater fra artikler: Disse citater anføres med citationstegn, kursiveres og rykkes ind når der er mere end to linier i citatet. De refereres med angivelse af forfatter, årstal og sidetal.

Citater fra alle typer af interviews: Elevcitater anføres med citationstegn, kursiveres og rykkes ind. I parentes angives elevens alias og den interviewtype der er anvendt.

Citater fra *Den Magiske Kugle*: Disse citater anføres ikke med citationstegn, men kursiveres og rykkes ind. De efterfølges af en angivelse af et linienummer-interval, der henviser til transskriptionen af forestillingen som findes i bilag A.

1.7 Sammenfatning af introduktionen til projektet

Videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* er en forskningsfortælling og denne afhandling undersøger, hvad der er på færde, når et naturvidenskabeligt indhold kommunikeres på denne måde til gymnasieelever. Der er bred enighed om, at der i Danmark skal gøres en ekstra indsats for at sikre, at flere unge mennesker søger ind på en naturvidenskabelig uddannelse, og i det perspektiv ansues forestillingen som en naturfagsindsats. I forbindelse med forestillingen blev der designet, afprøvet og undersøgt to forskellige undervisningsprojekter der havde til formål at forankre forestillingen i elevernes egen praksis i gymnasiet.

I næste kapitel vil jeg præsentere de internationale og nationale naturfagsproblematikker, der er aktuelle i forbindelse med min forskning og præsentere indsatsstypen 'videnskabsteater' og de mange kategorier, der findes indenfor denne formidlingsgenre.

2

Naturfagsproblematikker

Hvilke naturfagsproblematikker er aktuelle internationalt og i den danske kontekst? Hvad er dette projekts berettigelse i lyset af naturfagsproblematikkerne?

The poor image and the perceived relevance of school science impacts on students' career aspirations [...] the best we can do is to modernize the educational approach to science and technology education, make the school 'education through the context of science' more acceptable to society, and enhance student and guardian awareness of career opportunities that relate to science, engineering and technology (Europe needs more scientists, Cago et al. 2004, s.10)

2.1 Introduktion til kapitlet

Ovenstående citat kondenserer problemstillingen og løsningsforslagene, der vil blive belyst i dette afsnit. Udgangspunktet for afsnittet er følgende udsagn:

Unge har en svigtende interesse for naturfag

Dette udsagn begrundes ved, i store træk, at gennemgå resultaterne af de aktuelle internationale undersøgelser på feltet og dernæst vil jeg behandle problemstillingen ved kort at besvare tre spørgsmål der er relevante at stille i relation til problemet:

Hvorfor har unge en svigtende interesse for naturfag?

Hvorfor er det et problem?

Hvordan løser vi problemet?

Endelig vil jeg undersøge mit projekts berettigelse og gennemgå videnskabsteater som formidlingsgenre.

2.2 Unge har en svigtende interesse for naturfag

At unge har en svigtende interesse for naturfag er ikke et udsagn der er sandt i alle lande, det gælder primært i de højt industrialiserede lande. Det viser PISA (Programme for International Student Assessment) (PISA 2006 *Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007), TIMMS (Trends in international Mathematics and Science Study) (Martin et al. 2004;) og ROSE (Relevance of Science Education) (Sjøberg & Schreiner, 2006), der alle er internationale undersøgelser, hvis formål blandt andet er at frembringe empirisk baserede kvantitative mål for naturvidenskabelige kompetencer eller færdigheder samt holdninger til og interesse for naturvidenskab blandt veldefinerede unge i de deltagende lande. Groft sagt er målet med TIMSS at måle i hvilken grad eleverne kunne håndtere opgaver indenfor matematik og naturvidenskab og PISA fokuserer på elevernes evner til at håndtere matematik og naturvidenskab i det moderne samfund. Begge disse undersøgelser beskæftiger sig altså med kognitive faktorer mens ROSE-undersøgelsen fokuserer på, hvilke affektive faktorer, der påvirker elevernes deltagelse i timerne og uddannelsesønsker (Busch, 2004). Jeg er bevidst om at der har været megen debat omkring undersøgelsernes udførelse, udformning og manglende begrebsafklaring, men jeg vil ikke komme nærmere ind på dette diskussionsområde, da det ligger udenfor afhandlingens formål, men blot referere til en række kritiske artikler på området, (Hopmann & Brinek, 2007; Dolin 2007; Bracey, 2000). Jeg forholder mig i det følgende udelukkende til de resultater, der behandles i de anerkendte danske og udenlandske rapporter udarbejdet i forbindelse med undersøgelserne.

TIMSS-undersøgelsen, der er blevet gennemført hvert 4. år, sidste gang i 2007, afdækker en kraftig negativ korrelation mellem unges færdigheder i naturfag og deres positive holdning overfor fagene (TIMSS 2003 International Science Report, Martin *et al.* 2004). Det lader til at jo højere op i uddannelsessystemet man måler, des færre har lyst til at beskæftige sig med naturfagene. En dansk undersøgelse støtter denne problematik i det den viser, at jo mere fysik eleverne har i gymnasiet, jo mindre kan de lide faget (Krogh, Arnborg *et al.* 2001)

Resultaterne fra TIMMS viser desuden, at der er en negativ korrelation mellem et lands økonomiske udviklingsniveau og elevernes vurdering af naturfagsundervisningen. Især de skandinaviske lande udmærker sig ved, at folkeskoleleverne er mindst begejstrede for deres undervisning i naturfag, og kun en lille del af eleverne kan forestille sig at uddanne sig indenfor naturfagene. Her er det især Danmark og Norge der skiller sig ud (Martin *et al.* 2004).

Ifølge PISA -undersøgelsen er de danske elever mest interesserede i menneskets biologi, mindre i kemi og fysik og mindst i geologi (Andersen, A. M. *et al.*, 2001; Mejding, 2004). Naturfagene prioriteres i de fleste lande lavere end både læsning og matematik; men forholdet er særligt udpræget i Danmark. Ligesom TIMMS-undersøgelsen viste, er det relativt få elever, der ønsker at studere og senere arbejde med naturvidenskab. PISA-undersøgelserne har til hensigt at måle, hvor godt unge 15-16-årige er forberedt på informationssamfundets udfordringer med vægt på færdigheder og kompetencer i fagområderne læsning, matematik og naturvidenskab - samt på personlige og sociale kompetencer. Undersøgelserne er initieret af OECD og blev gennemført i 2000, 2003 og 2006 og har på skift ét af fagene læsning, mate-

matik og naturfag som hovedområde, i 2006 var hovedområdet naturfag (PISA 2006 *Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007).

Den internationale ROSE-undersøgelse af 15-åriges holdninger til naturvidenskab, teknologi og naturfagsundervisningen supplerer PISA undersøgelserne ved at pege på, at elever i eksempelvis England, Japan og Danmark mener at naturvidenskab er vigtig, men at de i ringe grad opfatter naturfagsundervisningen som relevant for deres hverdagsliv eller deres fremtidige uddannelse (Busch, 2005; Busch, 2004). ROSE-undersøgelsen er et internationalt forskningsprojekt iværksat i 2002 af Oslo Universitet i Norge med professor Svein Sjøberg som initiativtager og leder.

Indholdet i dette afsnit bekræfter med al tydelighed at unge i vores del af verden har en svigtende interesse for naturfag. Spørgsmålet er nu, hvorfor dette er tilfældet.

2.2.1 Hvorfor har unge en svigtende interesse for naturfag?

Unge interesse for naturfag er influeret af en række faktorer som køn, kultur, lærere, pensum og mange flere. De mest betydningsfulde faktorer er, ifølge litteraturen, køn og kvaliteten af naturfagsundervisningen (Osborne, 2003).

I dansk kontekst peger både ROSE og TIMSS-undersøgelsen netop på naturfagsundervisningen som en vigtig faktor. ROSE-undersøgelsen viser, at de danske elever i ringe grad opfatter naturfagsundervisningen som relevant for deres hverdagsliv og i et fremtidsperspektiv (Busch, 2004). Lignende svar finder man i TIMSS-undersøgelsen, der viser at eleverne føler at undervisningens indhold er verdensfjern og dermed ikke relevant for dem som personer (Krogh, Arnborg *et al.* 2001).

Ligeledes viser PISA- og ROSE-undersøgelserne, at der er store kønsforskelle for danske elevers vedkommende. Danske piger præsterer således ringere og er mindre interesserede i naturvidenskab end drenge i en grad, som man kun ser i meget få andre lande (Egelund, N. 2007; Busch, 2004). Årsagerne til særligt pigernes manglende interesse for naturvidenskab er søgt afdækket i en række artikler, hvis resultater er sammenfattet i et review af Osborne fra 2003. Eksempelvis peges på tre faktorer: For det første føler piger at deres egne evner til at forstå naturfag er lavere end deres evner i andre fag, den anden forklaring er at piger ikke anser naturvidenskabelige uddannelser som alment dannende, men derimod som en videnskab der producerer specialister. Den sidste forklaring jeg vil fremhæve er, at drenge er mere tilbøjelige til at vælge maskuline fag, hvorfor de er overrepræsenterede på de køns-stereotype uddannelser (Osborne, 2003).

Et unuanceret svar på afsnittets spørgsmål er således at unges interesse for naturfag er vigende fordi de mangler personlig relevans i undervisningen. Det er af afgørende betydning at lærerne formår at begrundes, hvorfor det er relevant at lære de forskellige emner i de naturvidenskabelige fag og derigennem motivere både pigerne og drengene. Det er relevant at nævne at kønsproblematikken og begrundelsesproblematikken, herunder motivation, interesse og holdninger, i forhold til naturfagsundervisningen er vigtige og omfattende diskussioner i den internationale forskningsverden.

2.2.2 Hvorfor er det et problem?

Der er overordnet to svar til dette spørgsmål. For det første er der generel konsensus om, at naturvidenskaberne er med til at forme det moderne samfund. Derfor er man bekymret fordi mange undersøgelser, hvoraf nogle er nævnt i afsnit 2.2.1, viser et fald i andelen af unge, der ønsker en naturvidenskabelig uddannelse (*Europe needs more Scientists*, 2004; Osborne, 2003; Andersen *et al.* 2003). For det andet er der en generel konsensus om, at man har behov for at have et vist minimum af indsigt i naturvidenskab og naturvidenskabelig tænkemåde, hvis man som borger skal forstå og forholde sig til en væsentlig del af de store udfordringer, som verden står over for i disse år (global opvarmning, energiforsyning, livsstilssygdomme, gentest for arvelige sygdomme osv.). Kvaliteten af den demokratiske beslutningsproces i et samfund domineret af højteknologi og store fremtidige udfordringer, på for eksempel sundheds-, og klimaområdet, som er påvirket af befolkningens moralske og etiske indstillinger, er ligeledes afhængig af en veludviklet naturvidenskabelig dannelse (Millar & Osborne 1998; Andersen *et al.* 2003).

Netop naturvidenskabelig dannelse er en kompetence der er genstand for en vigtig international debat. Det er særligt spørgsmål som: Hvad er naturvidenskabelig dannelse?, Er det eksempelvis en kompetence, der gør en i stand til at anvende naturvidenskabelige metoder eller er det en mere passiv kompetence, hvor man forstår naturvidenskabelig tankegang? Et andet spørgsmål i debatten lyder: Hvordan skal undervisningen tilrettelægges for at sikre den naturvidenskabelige dannelse? Hvad skal pensum være og hvilke undervisningsmetoder skal anvendes? Det rækker ud over formålet med denne afhandling at komme nærmere ind på debatten og jeg vil derfor blot henvise til nogle store aktuelle værker indenfor emnet: "*Scientific Literacy*" redigeret af Wolfgang Gräber og Claus Bolte (1999), et review af Roberts, D. A. "*Scientific literacy/science literacy*" fra 2007 og en Conference Proceeding fra konferencen *Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction* i Sverige i 2007, med indlæg fra de førende og toneangivende forskere indenfor feltet Peter Fensham, Svein Sjøberg, Jonathan Osborne m.fl. (redigeret af Linder, Östman & Wickman, 2007).

Det skal retfærdigvis nævnes, at der også findes forskere, der ikke mener, at det er et realistisk mål for et samfund, at alle skal have en naturvidenskabelig dannelse. Morris Shamos fremhæver i sin bog om emnet, at den frygt man i mange år har haft for, at der vil komme en mangel på ingeniører og videnskabsfolk er ubegrundet og desuden mener han, at begrebet "*scientific literacy*" (naturvidenskabelige dannelse) skal have en ny definition. Shamos mener at samfundets borgere skal vide hvad naturvidenskab handler om, forstået på den måde at alle skal kende til den naturvidenskabelige tankegang, hvilke forventninger man kan have til naturvidenskaben og hvordan samfundet bedst kan udnytte den naturvidenskabelige ekspertise (Shamos, 1995). Han mener altså at naturvidenskab ikke skal være for alle, men at alle skal erkende vigtigheden og rækkevidden af den.

2.2.3 Hvordan løser vi problemet?

Omfanget af artikler og rapporter med løsningsforslag til problemet med den manglende interesse for naturvidenskab er nærmest udtømmeligt og dermed uoverskueligt. Jeg vil i min besvarelse af spørgsmålet derfor anvende nogle af de mest aktuelle rapporter, der findes indenfor emnet.

I januar 2008 udkom der en rapport fra the Nuffield Foundation med titlen *"Science Education in Europe: Critical Reflections"*, der er udarbejdet af de to ledende uddannelsesforskere, Jonathan Osborne og Justin Dillon fra King's College London på baggrund af to konferencer med deltagelse af 17 ledende europæiske forskere i fagdidaktik og naturfagspædagogik. Konklusionen sammenfatter den samlede problemstilling og de deraf følgende udfordringer, og jeg har derfor valgt at gengive den i sin fulde form:

"If there is one message that has emerged from our deliberations it is that the problems of the uptake of science by European youth are not amenable to simple, short-term solutions. More fundamentally we have argued that the primary goal of science education cannot simply be to produce the next generation of scientists. Rather, societies need to offer their young people an education in and about science – and that this needs to be an education that will develop an understanding of the major explanatory themes that science has to offer and contribute to their ability to engage critically with science in their future lives. In addition it should help develop some key competencies that the EU aspires to for its future citizens. Achieving this goal requires a long term investment in curricula that are engaging; in teachers of science by developing their skills, knowledge and pedagogy; and in assessment systems that adequately reflect the goals and outcomes we might aspire to for science education. The irony of the current situation is that somehow we have managed to transform a school subject which engages nearly all young people in primary schools, and which many would argue is the crowning intellectual achievement of European society, into one which the majority find alienating by the time they leave school. In such a context, to do nothing is not an option."

(Fra *"Science Education in Europe: Critical Reflections"*, Nuffield Foundation, 2008, s.27)

Osborne og Dillon understreger vigtigheden af at iværksætte langsigtede løsningsforslag så den interesse og nysgerrighed for naturvidenskab, der er karakteristisk for børn i de yngre klasser, fastholdes op igennem skoletiden. Ifølge Osborne og Dillon er det den almene naturvidenskabelige dannelse der skal i spil, og dermed er hovedformålet med at forbedre naturvidenskabsformidlingen, at højne den naturvidenskabelige dannelse. Sekundært håber man, at det fører til øget rekruttering til de naturvidenskabelige uddannelser.

Rapporten *"Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe"* fra 2007 med den tidligere franske premierminister Michel Rocard for bordenden, fokuserer på undervisningens indhold og form til løsning af problemet med unges svigtende interesse for naturfag. Rapporten argumenterer for såkaldt 'Inquiry-Based Science Education' som et værktøj til, at naturfagsundervisningen kan få flere unge, og herunder især flere piger, i tale. Ligesom den påpeger de særlige muligheder, i denne proces, for et konstruktivt samspil mellem aktørerne i de formelle og uformelle læringsmiljøer, dvs. uddannelsessystemet og relevante partnere i det øvrige samfund.

Det er vigtigt at fremhæve at de internationale rapporter, der behandler problematikken (*Science Education now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, 2007; *Europe needs more Scientists*, 2004; *Science Education in Europe: Critical Reflections*, 2008) ikke er enige om rækkevidden af problemerne og løsningen af samme.

Der er primært to pågående diskussioner, hvoraf den ene drejer sig om, hvorvidt naturfagsundervisningen har det primære formål at dirigere unge til en naturvidenskabelig uddannelse, en holdning der afspejles i *Europe needs more scientists* (2004) og *Science Education now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (2007) eller om naturfagsundervisningen skal have et mere alment dannende mål og dermed henvende sig til alle, som er den holdning Osborne og Dillon argumenterer for i *Science Education in Europe: Critical Reflections* (2008). Den anden diskussion handler om, hvorvidt 'Inquiry-Based Science Education' (IBSE) er den bedste undervisningsform til at afspejle den naturvidenskabelige metode og engagere eleverne, hvilket er holdningen i *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* og *Europe needs more scientists* (2004), hvorimod Osborne og Dillon forholder sig kritisk til metoden. Man kan blandt andet læse mere om diskussionen omkring IBSE i artiklen af Akkus *et al.* (2007).

I den danske kontekst er der meget opbrud indenfor naturfagene i hele uddannelsessystemet, ikke mindst som reaktion på Danmarks placering i PISA undersøgelserne (Dolin, 2005). Nogle af reaktionerne har blandt andet været, at der i folkeskolen er indført flere test i naturfagene og at Gymnasireformen, der blev indført fra august 2005, havde som et af sine hovedformål at fremme naturfagernes status og den naturfaglige side af almendannelsen.

I artiklen *Naturfagsdidaktiske problematikker* (Dolin, 2005) giver Jens Dolin sit bud på de centrale problemstillinger naturfagsundervisningen står over for. Den vigtigste pointe i artiklen er at de tre niveauer, som groft sagt indbefatter eleverne, skolerne og uddannelsespolitikken hænger sammen og at ethvert tiltag til at løse problemerne skal forholde sig til sammenhængen. Dolin skriver: "*Der et skrigende behov for at få forbundet forskningen i læring af naturvidenskab med den aktuelle praksis i naturfagene*" (Dolin, 2005 s. 16). I denne forbindelse vil jeg gerne fremhæve den internationale bevægelse der er i gang indenfor uddannelsesforskningen for at gøre den mere praksisorienteret. Tilgangen er Design Based Research og jeg vil komme nærmere ind på denne metode i mit kapitel om projektets metodologi (Kapitel 6).

Tilsvarende anbefalinger finder man i rapporten *Et fælles løft*, der den 19. februar 2008 blev overrakt til undervisningsminister Bertel Haarder og videnskabsminister Helge Sander af arbejdsgruppen. I foråret 2007 nedsatte Videnskabsministeriet og Undervisningsministeriet en arbejdsgruppe som skulle skabe overblik over de mange initiativer, der de seneste år er iværksat for at styrke interessen for naturvidenskab og komme med et samlet forslag til en national strategi for natur, teknik og sundhed (NTS). Målet er at få flere elever til at interessere sig for natur, teknik og sundhed og vælge et uddannelsesforløb inden for de tre områder. Rapporten foreslår 10 konkrete initiativer:

1. Undervisningens indhold og form udvikles og fornyes i grundskolen og på ungdomsuddannelserne.
2. Efteruddannelsesprogram for grundskolelærere.
3. Målbeskrivelser for undervisning i natur, teknik, sundhed og matematik sammentænkes.
4. Kommunale naturfagsstrategier senest i 2010 og natur, teknik og sundhed som indsatsområde i de kommunale kvalitetsrapporter.

5. Bedre læreruddannelse i naturfagene gennem ligestilling af linjefagene og indførelse af fælles didaktisk modul.
6. Professionshøjskoler og universiteter styrker lærerkompetencer gennem sammenhængende uddannelser.
7. Nye flerfaglige videregående uddannelser inden for natur-, teknik- og sundhedsområdet.
8. Styrket kontakt mellem virksomheder og skoler inden for natur-, teknik- og sundhedsområdet.
9. Naturfagsdidaktik opprioriteres som strategisk forskningsområde.
10. Oprettelse af et nationalt Center for Natur, Teknik og Sundhed.

Rapportens overordnede anbefaling er, at der skal skabes sammenhæng i undervisningen i natur, teknik og sundhed i hele uddannelseskæden og fremhæver at også de mange eksterne aktører som museer, Science-Centre og offentlige og private virksomheder skal inddrages i en koordineret indsats på området.

Anbefalingerne er meget i stil med de anbefalinger rapporten *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser* fremkom med 5 år tidligere (Andersen et al., 2003). Hvor der overordnet var tre anbefalinger, der fokuserer på en gennemgribende styrkelse af naturfagsdidaktikken ved at skabe nationale resourcecentre, oprette en udviklingsfond, der skal styrke og forny undervisning og uddannelse indenfor naturfagene og endelig blev det anbefalet at gøre forskning i naturfagsdidaktik til et indsatsområde. Med disse samstemmende anbefalinger kan man få indtryk af, at der har været stilstand indenfor området, hvilket heldigvis ikke er tilfældet. Jeg vil blot nævne at på Syddansk Universitet, og givetvis også på de andre universiteter i Danmark, men som jeg, på grund af mit tilhørsforhold, ikke er bekendt med, er i gang med mange initiativer, der imødekommer anbefalingerne fra rapporten *Et fælles løft*. Herunder vil jeg fremhæve at man i samarbejde med kommunerne har oprettet en masteruddannelse for naturfagslærere i grundskolen, man har også etableret et samarbejde med Professionshøjskolen Lillebælt, hvor man arbejder på en model der kan styrke læreruddannelsen (Oddershede, 2008).

Det er interessant at bemærke, at debatten om, hvorvidt naturfagsundervisningen skal tilrettelægges så den er alment dannende eller hvorvidt den skal rekruttere elever til de naturvidenskabelige uddannelser også er aktuell i en dansk kontekst. Gymnasireformen fra 2005 prioriterer naturfag som alment dannende, hvorimod rapporten *Et fælles løft* fremhæver at målet med de foreslåede initiativer er at få flere elever til at vælge et uddannelsesforløb indenfor natur, teknik og sundhed.

2.3 Dette projekts berettigelse

Det er vigtigt at få undersøgt, hvordan en indsats opleves af eleverne så den fælles indsats for at fremme interesse for naturfag kan blive forskningsfunderet og anbefalinger og ansøgninger til projekter indenfor feltet får en teoretisk tyngde. Dette er, som det også fremgår af Kapitel 1 hovedberettigelsen for projektet. I det følgende vil jeg nu udbrede projektets berettigelse blandt andet i henhold til de anbefalinger man finder i de rapporter jeg har omtalt i de tidligere afsnit i dette kapitel.

Jeg vil starte med at fremhæve en rapport om undervisning af naturvidenskab: *"Beyond 2000. Science education for the future. A report with ten recommendations"* (Millar & Osborne, 1998), der fokuserer

på reformeringen af naturfagene i England, ligeledes med almen naturvidenskabelig dannelse som deres hovedmål. En af de centrale ideer i rapporten var, at der skal fokuseres på videnskabsfortællinger: *"In focussing on the detail, we have lost sight of the major ideas that science has to tell, and we propose that science education should make much greater use of one of the world's most powerful and pervasive ways of communicating ideas – the narrative form"* (s.13).

Af interesse for mit projekt er også rapporten *Et fælles løfts* (Andersen et al. 2008) udsagn om at biologi af mange anses for *"det 21. århundredes nøglefag"*. I rapporten står endvidere:

"Synspunktet støttes af biologiens centrale rolle i en lang række nye teknologier inden for f.eks. nanovidenskab og lægemiddelproduktion. Der er også gode eksempler på nye uddannelses tilbud, som kombinerer to eller alle tre af disse klassiske fagligheder, en udvikling som spås at accelerere fremover. Udenlandske iagttagere har endda peget på, at de skandinaviske lande, og måske især Danmark, formentlig har en "competitive edge" her, idet barriererne for samarbejde på tværs af traditionelle faggrænser er mindre i de nordiske landes uddannelsessystemer, end det er tilfældet i uddannelseskulturen i f.eks. Sydeuropa og Asien. Sidst, men ikke mindst er biologifaget nøglen til mange pigers interesse for naturfagene, et aspekt som ofte overses eller nedprioriteres i den komplekse debat om curricula, adgangskrav, faggrænser, mv." (Andersen et al. 2008, s.10)

Man taler ligefrem om *"fremtidens biologi"*, som er et samarbejde i krydsfeltet mellem kemi, biofysik og molekylær biologi (Forsknings og Innovationsstyrelsen, 2006; Larsen, 2002). I videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* er biologien med til at give forestillingen en stærk menneskelig vinkel i dét processen, der beskrives fører til udviklingen af en mulig kur mod kræft. Desuden er forestillingen baseret på mange års forskningssamarbejde mellem biologi, fysik og kemi, hvorved tværfagligheden får en central rolle i fortællingen.

Forfatterne i rapporten (*Et fælles løft*, Andersen et al. 2008) vurderer desuden, at de største problemer i gymnasiet er lærernes manglende tværfaglige forudsætninger og overskud til at engagere sig i de mange tilbud. Videnskabsteaterforestillingen var netop et af disse tilbud og det er bestemt min oplevelse, at lærerne i den grad manglede overskud til at engagere sig i projektet. Dette tydeliggør vigtigheden af at afpasse tilbuddene med det aktuelle pensum og samtidig supplere lærerne med tværfagligt undervisningsmateriale. Denne problemstilling er nærmere behandlet i Kapitel 7.

I den sidste kommentar om projektets berettigelse vender jeg tilbage til behovet for at forskningsfunderer formidling til offentligheden. I den forbindelse er det relevant at fremhæve, at Center for Kunst og Videnskab omtales specifikt i Udviklingskontrakten for Syddansk Universitet 2008-10 under afsnit 3. om formidling:

Center for Kunst og Videnskab ved Syddansk Universitet har som overordnede mål:

- At formidle universitetsforskning til den brede offentlighed. Dette sker især gennem offentlige videnskabsteaterforestillinger.

- At styrke evnen til at formidle hos medarbejdere og ansatte på universiteterne. Det sker bl.a. gennem kurser i mundtlig videnskabsformidling for ph.d.-studerende fra hele landet. (http://www.sdu.dk/Om_SDU/Organisationen/Indholdsside_Udviklingskontrakt.aspx)

Center for Kunst og Videnskab har tilsyneladende en meget central rolle i Syddansk Universitetets formidlingsstrategi, særligt i form af videnskabsteaterforestillinger. Berettigelsen af mit forskningsprojekt og behovet for flere forskningsprojekter i fremtiden understreges derved, da de kan være med til at udstikke retningslinjer for, hvordan ressourcerne på formidlingsområdet anvendes mest strategisk.

2.4 Sammenfatning

Sammenfattende viser de komparative undersøgelser i forrige afsnit at kodeordet eleverne mangler i deres naturfagsundervisning er *personlig relevans*. Naturfag skal fremstå som relevant for den enkelte elev. De er også enige om at den vigtigste måde at opnå mere personlig relevant undervisning er ved at styrke lærerne gennem bedre uddannelse og efteruddannelse. Desuden fremgår det entydigt af de omtalte rapporter og undersøgelser at der ikke findes en enkelt, hurtig og altfavnende løsning på unges svigtende interesse for naturfagene. Der skal løftes i flok, det er et langt sejt træk, der omfatter at lærerne, som nævnt, skal styrkes, den didaktiske forskning skal udvides og tilbuddene til elever og lærere skal koordineres og forbedres. Der er brug for at indsatsen for at fremme interesse for naturfag bliver forskningsfunderet og anbefalinger og ansøgninger til projekter indenfor feltet får en teoretisk tyngde. Dette er hovedberettigelsen af nærværende projekt

I de følgende afsnit vil jeg udfolde naturfagsindsatser i form af videnskabsteater og udviklingen af selve videnskabsteatergenren.

3

Videnskabsteater

Hvad er de historiske perspektiver indenfor videnskabs-teatergenren? Hvad karakteriserer et videnskabsteater og hvilke kategorier findes der?

Jeg vil gerne starte dette kapitel med en lille anekdote, der konkretiserer en af problemstillingerne omkring karakteren af naturfagsindsatser for gymnasieelever. Under Vetenskapsfestivalen i Göteborg i april 2008 overværede jeg Fysik og Lasershowet fra Lunds Universitet. Showet afsluttes med følgende citat fra Ringenes Herrer:

All there is for you to decide is what to do with the time that is given to you.

Med dette citat opfordrer de gymnasieeleverne til nøje at overveje, hvilken uddannelse de vil vælge og de lægger ikke skjul på, at de naturligvis håber at påvirke dem i retning af naturvidenskab – primært fysik.

Jeg havde fået lov at overvære det sammen med fire gymnasieklasser. De studerende fra showet stod udenfor teatersalen og tog imod klasserne, og jeg henvendte mig til dem og fortalte kort om mit forskningsområde. De lyste alle op og sagde flere gange, at jeg bestemt burde komme til deres show i morgen for det er meget mere underholdende, det er mere show. Showet i dag var mere "educational" som de kaldte det. Men hvad er nu det? Hvorfor er det show, der er lavet for at fange gymnasieelevers interesse for fysik kedeligere end deres andet show som de viser for skoleelever og den almene befolkning? Selv performerne synes at deres "educational" show ikke var ligeså godt som de andre show-versioner. Der findes selvfølgelig en forklaring på at de har lavet dette "educational" show, for det er nødvendigt at lægge en læringsdel ind i showet, hvis gymnasier skal betale for det og bruge undervisningstid på det. Men hvorfor skal showet ikke bare underholde, vække nysgerrighed, fascination og interesse? Så kan

læreren bygge videre på dette tilbage i gymnasiet, hvis de altså får undervisningsmateriale med hjem. Lasershowet kan læreren ikke lave på gymnasiet, men han kan til gengæld fortælle om fotoner, spredning af lys og bølger i fred og ro, hvis han kan formå at fastholde den interesse, der opstod i situationen.

Det er efter min mening nødvendigt at indlede en debat omkring de problemstillinger, der opridses i anekdoten. Særligt skal der tages stilling til spørgsmålene: Hvor "educational" skal indsatser til gymnasieelever være? Og skal der være undervisningsmateriale i relation til indsatsen?

Disse spørgsmål vil jeg løbende vende tilbage til igennem afhandlingen, ved blandt andet at behandle, hvor videnskabelig videnskabsteater er, i det faglige greb i Kapitel 4.

3.1 Naturfagsindsatser i form af videnskabsteater

Nu vil jeg vende blikke mod den indsatsgenre jeg beskæftiger mig med nemlig videnskabsteatret. Begrebet videnskabsteater er et forholdsvist nyt begreb til betegnelse af en genre, der, når man får undersøgt historien nærmere, viser sig at have eksisteret i forskellige former i mange hundrede år.

Flirten mellem videnskab og kunst er nemlig ikke noget nyt fænomen. Alkymister har helt tilbage til de gamle grækere underholdt herskere og befolkning med deres fund og opfindelser.

I det syttende og attende århundrede var der i Europa grupper af "naturfilosoffer" der rejste rundt på landevejene og holdt foredrag, som ofte var ledsaget af spektakulære forsøg, specielt med de nye opfindelser indenfor elektricitet. Standarden af disse foredrag varierede, nogle havde høj videnskabelig værdi, mens andre snarere kunne sammenlignes med markedsogl. Underholdningsværdien var værdsat og de mest karismatiske foredragsholdere fik æren af at underholde landenes bedre borgerskab.

Den britiske fysiker og kemiker Michael Faraday (22. september 1791 - 25. august 1867), der gjorde banebrydende opdagelser indenfor elektromagnetisme var meget bevidst om behovet for offentlig indsigt i videnskabens forunderlighed og metoderne bag banebrydende forskning og startede i 1827 "fredagsforedragene" på det videnskabelige institut Royal Institution i Edinburg. Michael Faraday skrev drejebogslignende manuskripter til sine foredrag med en række indøvede forsøg og blev kendt som en enestående videnskabelig underviser. Han holdt selv over 100 fredagsforedrag og fortalte om alt fra kulminelykker, elektricitets bølgelignende natur til magnetisme og lys. I 1941 startede han de berømte juleforedrag, som stadig, den dag i dag, bliver afholdt og endda udsendt i tv hvert år fra hans gamle institution.

I det nittende og tyvende århundrede i takt med at videnskaben blev mere og mere specialiseret opstod der en kløft mellem befolkningen og videnskabens mænd. Behovet for offentligt debat og information, eller hvad vi i dag kalder almen naturvidenskabelig dannelse blev tydelig.

Blandt en række initiativer, der blev iværksat sidst i tresserne og i halvfjerdserne, mest i England og USA, var der en række små teatergrupper der fik støtte fra organisationer dedikeret til at højne den almene naturvidenskabelige forståelse og begyndte at eksperimentere med nye kommunikationsformer. Videnskabsteater som vi kender det i dag startede for alvor i 1988 i Sverige, som såkaldte dramatiserede fore-

drag på 'Soppteatret' i Stockholm. Her er det anerkendte videnskabsfolk, der er på scenen sammen med skuespillere.

Videnskabsteater er en meget bred betegnelse for formidlingsformer der kombinerer den gode videnskabelige fortælling med kunstens virkemidler. Jeg har valgt at inddele videnskabsteater i fem kategorier ud fra typen af formidler der står på scenen, graden af dramaturgi og konteksten forestillingen opføres og udvikles i:

Den *første* kategori består af demonstrationsforedrag. Videnskabsmanden, typisk studerende indenfor fysik eller kemi, står på scenen og demonstrerer imponerende forsøg og samtidig, i forskellig detaljeringsgrad, forklarer publikum om fænomenet. Denne type foredrag/videnskabsteater er ofte krydret med de studerendes egen fortælling om livet som universitetsstuderende. Eksempler på denne form for videnskabsteater finder man i det førnævnte Lasershow fra Lunds Universitet og fra de Fysikshows og Kemishows der tilbydes af studerende fra de danske universiteter (<http://www.fysikshow.dk> og <http://www.kemishow.dk>).

I forhold til fysik- og kemishow på eksempelvis Syddansk Universitet bliver diskussionen om hvor "educational" en indsats skal være igen aktuel. Fysikshowet er et lille intimt show, der egner sig bedst til et lille publikum, da hovedvægten ligger på at lære publikum om udvalgte fysiske fænomener. Kemishow, derimod, er stort og spektakulært og velegnet til et kæmpe publikum. Det er krydret med sjove anekdoter om forsøgene og kemikalierne og er båret igennem af eksperimentelle overraskelsesmomenter. Kemishowet er således mindre "educational" og mere show end fysikshowet er, men begge show er dynamiske og indretter sig efter ønsker fra arrangøren.

I den *anden* kategori indenfor videnskabsteater er det videnskabsmanden selv der står på scenen. Han spiller sin egen rolle og stykket har et højt videnskabeligt indhold. Musik er til stede som enten lydkulisse eller præsenteret af en musiker eller sanger på scenen sammen med videnskabsmanden. Ofte medvirker der flere videnskabsmænd der repræsenterer hver deres videnskabelige gren. Det bærende element er en god videnskabelig fortælling der er bygget op som en dramaturgisk fortælling med spændingsmæssige op- og nedture. Ikke sjældent afsluttes forestillingen med en diskussion af emnet mellem det tilstedeværende publikum og videnskabsmændene. Det er i denne kategori vi finder de videnskabsteaterforestillinger der er produceret af Center for kunst og videnskab på Syddansk Universitet, heriblandt *Den Magiske Kugle*, *Nano* og *Bioetik og Musik*. På centrets hjemmeside beskrives videnskabsteatrets genre på følgende vis:

"Den bærende ide med videnskabsteaterformen er at udnytte teatrets evne til at skabe indlevelse og erkendelse gennem den gode fortælling. Normalt forbinder man teater med, at det er skuespillere, som er bærere af en dramatisk historie. Men i vore forestillinger er det derimod forskerne, der står på scenen. Vi inddrager kunstneriske discipliner i udformningen af det sceniske univers, og gennem samarbejdet med forskningsverdenen bliver kunsten forbundet med den virkelighed, som udspiller sig her og nu på universiteterne."

(<http://www.kunstogvidenskab.sdu.dk>)

Den *tredje* kategori har både skuespillere og videnskabsmænd på scenen. Dermed gives der plads til at de medvirkende, hver især får lov til at spille den rolle de er bedst til, nemlig som formidlende ekspert og medierende optræder. Der er ofte levende musik på scenen i denne kategori, og på dette punkt adskiller den sig ikke fra den *anden* kategori. Eksempler på denne kategori findes hos teatergruppen *Videnskabsteatret*, som blandt andet har lavet videnskabsteater om Stamceller, Trivsel, Mobning og Etik. Videnskabsteatret blev grundlagt af skuespiller og instruktør Dorthe Bille i 2003 (<http://www.videnskabs-teatret.dk>); til en artikel i DJØF-bladet udtaler hun følgende:

“Videnskabsteater er teaterforestillinger, der på en enkel måde fortæller store og små historier med udgangspunkt i videnskaben. Indholdet for historierne er essensen eller konsekvensen af det videnskabelige arbejde, der bliver fortalt så enkelt og fantasifuldt som muligt. Det er de små historiers store effekt, eller omvendt. Derfor kommer der ofte fokus på problemstillinger og på konsekvenserne af viden. Det er ikke altid, at videnskabsmanden har det fokus.” (Djøf blad nr. 9, 2006)

Den *fjerde* kategori indenfor videnskabsteater udmærker sig ved at forestillingerne udelukkende opføres af rigtige skuespillere og handler om berømte videnskabsmænds liv og videnskabelige gennembrud der har haft etiske og historiske konsekvenser. Fortællingerne i disse videnskabsteatre er ikke nødvendigvis autentiske og dermed tro mod historiske fakta, til gengæld bestræber mange manuskriptforfattere indenfor kategorien sig på at være realistiske i deres fortællinger. Et eksempel på et videnskabsteater der har til formål at gøre publikum i stand til at forstå og sågar forklare processen i kunstig befrugtning og indgå i en debat om det etiske i denne nye reproduktionsform, findes i kemiprofessor Emeritus Carl Djerassi's første videnskabsteater *An Immaculate Misconception* (Djerassi, 2008). Andre eksempler på denne form for videnskabsteater, hvor seriøse videnskabelige emner af historisk betydning dramatiseres for offentligheden er Tom Stoppards anmelderroste videnskabsteater *Arcadia* fra 1993, der handler om alt fra kærlighed, havearkitektur til akademiske nærkampe, men med newtons love om termodynamik centralt placeret i samtalen mellem det unge matematikgeni Tomasina og hendes huslærer. Et andet eksempel er et af nutidens mest kendte og prisbelønnede videnskabsteaterstykker *Copenhagen* skrevet af Michael Frayn. Omdrejningspunktet i *Copenhagen* er den kendte tyske fysiker Werner Heisenbergs besøg hos den danske fysiker Niels Bohr i København i 1941. De professionelle skuespillere i stykket blev dobbeltudfordret med både at spille skuespil og samtidig at skulle tale om kvantemekanik. For at sikre troværdigheden af deres videnskabelige udtalelser blev skuespillerne sendt på fysikseminar afholdt af en ung fysiker inden prøverne begyndte. Netop troværdighed er af afgørende betydning når man taler videnskabsteater. Videnskabsmænd er troværdige, men kan ikke spille skuespil, skuespillere mangler videnskabelig troværdighed og kan ikke være rollemodeller for naturvidenskabsfolk, men kan til gengæld vise følelser og stor indlevelsesevne.

Den *femte* kategori er museums teater. Cathrine Hughes indleder sin bog om emnet med følgende definition:

“Museum Theatre is the use of drama or theatrical techniques within a museum setting or as part of a museum’s offerings with the goal of provoking an emotive and cognitive response in visitors concerning a museum’s discipline and/or exhibitions.” (Hughes, 1998, første side)

Der er en række aspekter ved museumsteater, der adskiller det fra de andre kategorier. For det første varer et museumsteaterstykke typisk mellem 15 og 20 minutter, for det andet kan publikum frit komme og gå i løbet af forestillingen og kan altså udvandre fra forestillingen hvis den ikke fanger interessen. For det tredje skal manuskriptet henvende sig til alle aldersgrupper, fra rastløse otte-årige, trætte forældre og utålmodige ældre (Lipsky, 1999). Typisk foregår forestillingen i et lille hjørne af museet med ringe mulighed for god lyd og ordentlig lyssætning. Til gengæld foregår den midt i omgivelser, der understøtter budskabet og blandt udstillingsgenstande, der alle fortæller deres egen historie (Hughes, 1998).

3.2 Sammenfatning af kapitlet

Videnskabsteater er langt fra en ny genre, men derimod en formidlingsgenre videnskabsfolk har benyttet sig af når de skulle underholde og oplyse befolkningen og herskerne igennem tiderne. Videnskabsteater som vi kender det i dag kan inddeles i fem forskellige kategorier, der adskiller sig i forhold til om det er videnskabsfolk eller skuespillere der står på scenen, eller begge dele, og hvilken form forestillingen antager. Den første kategori består af demonstrationsforedrag, eksempelvis kemishow. Den anden kategori er en teaterforestilling, hvor plottet baserer sig på en forskningsfortælling og det er forskerne selv der står på scenen, til denne kategori hører *Den Magiske Kugle*. I den tredje kategori optræder skuespillere og forskere sammen på scenen, mens den fjerde kategori består af forestillinger der udelukkende opføres af professionelle skuespillere, herunder hører Copenhagen. Den femte og sidste kategori er museumsteater, her opføres forestillingen i regi af et museum af ikke-videnskabsfolk.

I næste kapitel er det blevet tid til at rette et analytisk blik på *Den Magiske Kugle* og hvilke dramaturgisk og didaktiske virkemidler der er benyttet for at formidle videnskaben i forestillingen og indfange publikum.

4

Et analytisk blik på *Den Magiske Kugle*

Hvad handler forestillingen om? Hvad er dens struktur?
Og hvilke dramaturgiske og didaktiske virkemidler er der
anvendt til formidling af budskabet?

Videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* vil blive analyseret i dette kapitel ved at se nærmere på forestillingens struktur, fremførelse, formål og formidling af det faglige indhold. Dette vil jeg gøre ved at tage tre forskellige greb om forestillingen:

Et *dramaturgisk* greb, der finder ind til den narrative struktur og de teatraliske virkemidler, som instruktøren har brugt for at fastholde publikums interesse. Det er særligt fremdriftskomponenterne og karakterfunktionerne der tages greb om. Roland Barthes vil blive inddraget i forbindelse med fortællingens struktur.

Et *didaktisk* greb, hvor jeg ser nærmere på den didaktiske rekonstruktion af forestillingens videnskabelige indhold. Jeg vil dermed analysere, hvordan den videnskabelige forskning indenfor biofysik har undergået en transformation til en fortælleegnet almenforståelig forskning, så den enkelte modtager af kommunikationen kan tilegne sig det som personlig viden. Lev Vygotskys begreb om den nærmeste udviklingszone og Piagets internalisering af viden via refleksive rum vil indgå i dette greb.

Et *fagligt* greb hvor jeg retter fokus på det faglige indhold i forestillingen. Jeg vil med dette greb undersøge, hvor meget videnskab der er i *Den Magiske Kugle* og hvor meget plads fagligheden får i fortællingen. Dette vil jeg sammenholde med fagligheden i en række videnskabsteaterforestillinger herunder Michael Frayns *Copenhagen* og Tom Stoppards *Arcadia* og afrunde med en diskussion om, hvor faglige naturfagsindsatser i form af videnskabsteater bør være.

Inden jeg tager de tre greb om *Den Magiske Kugle* vil jeg præsentere forestillingen. Jeg vil starte med en lille forhistorie efterfulgt af et resumé af *Den Magiske Kugle*, så læseren kan danne sig et hurtigt overblik over forestillingens forløb og indhold. Derefter vil jeg kort beskrive musikken, scenografien, rekvisitterne, arbejdet med manuskriptet og de medvirkende i forestillingen.

Jeg har lavet en transskription af forestillingen (Bilag A) og analysen i dette kapitel baserer sig på denne tekst. Dermed foretager jeg, hvad man kan kalde en "tekstuel teateranalyse", et begreb, der er inspireret af Roland Barthes' tekstuelle filmanalyse:

"At filmen er en tekst i Barthes' forstand er klart. At den derfor kan eller bære være genstand for en opmærksomhed, der svarer til den, den litterære tekst nyder godt af, er også klart. Men allerede det er mindre klart." (Bellour 1979, s.35)

I afsnit 4.2 vil jeg gennemgå en kodning jeg har lavet af transskriptionen af forestillingen og udstyret med dette redskab vil jeg tage fat på det *dramaturgiske*, *didaktiske* og *faglige* greb i afsnit 4.3, 4.4 og 4.5. Kapitlet afrundes med en sammenfatning.

4.1 Præsentation af *Den Magiske Kugle*

4.1.1 En lille forhistorie

Den Magiske Kugle er blevet til i et samarbejde mellem grundforskningscenteret indenfor membranfysik, MEMPHYS, der ledes af professor Ole G. Mouritsen og Center for kunst og videnskab under ledelse af sceneinstruktør Bent Nørgaard. Begge centre er beliggende på Syddansk Universitet. Center for Kunst og Videnskab er det første af sin art i Danmark. Det blev etableret i 2005 med henblik på at styrke forskningskommunikationen mellem forskerverdenen og offentligheden på alle niveauer ved blandt andet at udvikle nye formidlingsformater, der inddrager kunstneriske discipliner i vidensformidling. Jeg har i et interview spurgt Ole G. Mouritsen om, hvorfor der blev skabt en forestilling om magiske kugler og jeg mener at svaret fortjener at blive gengivet i sin helhed:

"Igennem nogen tid så mødtes vi [Bent og Ole] engang imellem og diskuterede, hvem der skulle betale kaffen, og så spurgte Bent om, hvad vi lavede og, hvad vi syntes var spændende, og der fortalte jeg så om en række ting, som jeg tænkte kunne være interessant at brede ud til flere, og da jeg nævnte det her om liposomer og magiske kugler, så tror jeg det var selve ordet magisk, der på en eller anden måde fængede ham, som den kunstner han er, så det var ligesom det. Så jeg tror nok, altså, det at det blev til noget, var de her løse kontakter og et åbent sind fra begge sider, og så det, at der var noget særligt poetisk eller magisk over netop det med den magiske kugle på den ene side og så selvfølgelig også, at det var om et emne, som indlysende ville interessere mange mennesker."

Den Magiske Kugle er støttet af Statens Forskningsråd for Natur og Univers og Institut for Biokemi og Molekylær Biologi på SDU. Forestillingen spillede 11 udsolgte huse i januar-februar 2007 i Teaterhuset i Odense.

Forskerne der medvirkede i forestillingen blev ikke frikøbt eller fik færre opgaver eller mindre undervisning i projektperioden. De var nødt til at prioritere og tilrettelægge arbejdet så der var tid til det og samtidig var det vigtigt at have en arbejdsplads, der var indstillet på det.

Det er vigtigt for mig at understrege at jeg ikke selv har deltaget aktivt i udviklingsprocessen omkring *Den Magiske Kugle*. Jeg blev tidligt i produktionen bedt om at udvikle et internetbaseret undervisningsmateriale i forbindelse med forestillingen, hvilket jeg udviklede uafhængigt af produktionen, ved at gøre brug af min naturvidenskabelige baggrund og min indsigt i MEMPHYS's arbejde. I to tilfælde overværede jeg, i produktionens tidlige fase, møder omkring manuskriptarbejdet, og valgte derefter at afstå fra at følge produktionen for at bevare en objektiv distance til selve kommunikationsproduktet.

4.1.2 Resumé af *Den Magiske Kugle*

Resuméet er tilstræbt at være værdiløst og objektivt og forholder sig således kun til forestillingens indholdsforløb i de 72 minutter forestillingen varer.

For at give et indtryk af stemningen på scenen har jeg udvalgt billedet i figur 4.1.



Figur 4.1 Stemningsbillede fra *Den Magiske Kugle*

Den Magiske Kugle

På en skærm, lidt til højre på scenen, skrives følgende tekst, bogstav for bogstav, til lyden af en gammeldags skrivemaskine.

Denne forestilling bygger på en sandfærdig historie om, hvordan forskere siden begyndelsen af 1900-tallet har drømt om at skabe magiske kugler, der kan smugle medicin ind i syge celler, så den kun virker dér, uden at skade kroppens raske celler.

Enhver forbindelse til virkeligheden er tilsigtet, og de medvirkende er tilknyttet Syddansk Universitet. (linie 5-8)

Tre forskere kommer ind på scenen og præsenterer sig selv. Professoren, der har forsket de sidste 30 år og de to unge forskere, en mand og en kvinde, der begge lige er begyndt at forske.

I løbet af forestillingen følger vi nu den mere end hundrede år lange forskningsproces bag udviklingen af disse kugler. Det var den berømte tyske videnskabsmand Paul Erlich, som arbejdede hårdt for at finde en kemisk kur mod syfilis, der kaldte de kemiske stoffer, han var på jagt efter, for magiske kugler.

Mange år senere i en forskningsgruppe i England fandt, den nu 85 årige, Alec Bangham, ved hjælp af et elektronmikroskop, ud af, hvordan cellemembraner er opbygget. Membranerne indkapsler alle vores celler, og de kan skabes kunstigt ved at blande phospholipider med vand. Vi ser Alec Bangham på skærmen blive interviewet i sin lænestol med krydsklip til tegninger af cellemembraner. Nu følger en forklaring på disse phospholipiders egenskaber, deres forhold til vand, vands helt særlige egenskaber og indkapslingen af lægemiddel i disse kunstige celler, som ladet med lægemiddel kaldes magiske kugler. Der har været mange forhindringer på vejen til udviklingen af de magiske kugler. Bedst som vi tror at kuglerne er færdige og klar til afprøvning kommer der nye forhindringer på vejen. De første kugler bliver "spist" af immunsystemet og giften slipper ud med forfærdelige virkninger til følge. Så bliver kuglerne kamufleret fra immunsystemet ved hjælp af lange kulstofkæder. Men nu opdager de at kuglerne er for tætte, så giften slet ikke kommer ud. På denne måde bygges spændingen op flere gange i løbet af forestillingen.

Hovedvægten i forestillingen ligger på forskningsprocessen, behovet for interdisciplinært samarbejde, hvordan viden er transcenderende igennem en hundredårig forskningsproces og på, hvordan gode idéer driver forskningen fremad. I slutningen af forestillingen ser man på skærmen performerne overveje under, hvilke omstændigheder de får nye ideer.

Forestillingen slutter, hvor den begyndte, nemlig på skærmen. Her får vi at vide, at forsøgene med de magiske kugler begynder til sommer og om alt går vel kan behandlingen tilbydes til patienter efter de sidste studier i 2010.

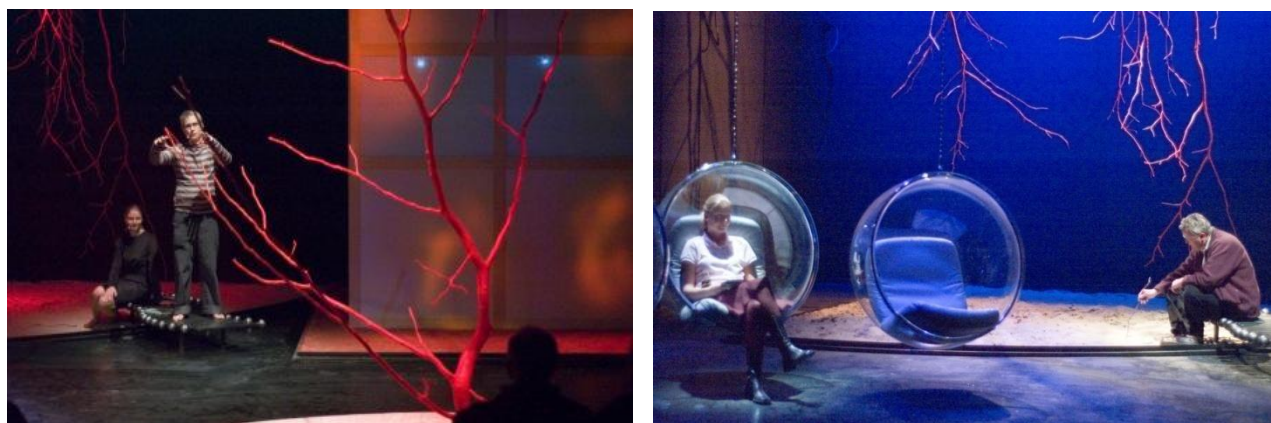
4.1.3 Musikken

Den prisbelønnede komponist Hans Sydow står sammen med performancekunstner Tine Kortermund bag musikken der er udviklet efter nogle inspirationssamtaler med performerne og instruktøren. Det er instruktørens hensigt at lade kunsten, i form af musik eller grafik, tage over når ord ikke længere slår til, når noget er så fantastisk at det er ubeskriveligt. Jeg ved at performerne selv blev henrevet af musikken. De følte at sangerinden meget nøjagtigt formåede at omsætte deres følelser, omkring det at forske, til sang, efter blot at have talt kort tid med dem.

I gennem hele forestillingen er der en gennemarbejdet lydkulisse, der skifter imellem musik, sang og lyde. For eksempel høres lyden af et gammelt damplokomotiv i dét der læses højt fra Paul Erlichs sekretærs dagbog om hans tur i et nattog, hvor han fortalte nogle engelske videnskabsmænd om sine visioner. Derefter overtager lirekassemusik lydkulissen, en musiktype som Paul Erlich havde en forkærlighed for.

4.1.4 Grafikken på skærmen

På skærmen vises der på skift dokumentariske klip med en fortæller samt grafik udarbejdet af grafiker Jonas D. Mouritsen. Eksempelvis ser vi en visualisering af, hvordan cellemembraner bliver dannet og de magiske kuglers rutsjebanetur i blodbanen. De dokumentariske klip er blandt andet lavet ved at filme laboratorieboøger med Paul Erlichs håndskrevne noter fra bøger om Paul Erlich samt af filmholdets egne optagelser af performerne i forestillingen.



Figur 4.1 Billederne viser scenografien fra *Den Magiske Kugle*. På billederne ses kuglestole, rødmaled grene, metalbro opbygget af phosphorlipider, samt storskærmen.

4.1.5 Scenografien

Hele forestillingen udspilles i et scenisk univers skabt af sceneinstruktør Bent Nørgaard og visuel designer Raphael Solholm. Scenografien består blandt andet af tre stole formet som kugler i gennemsigtigt plast. Disse er symboler på liposomer. Gangbroerne på scenen er opbygget af phosphorlipider, de er symboler på cellemembraner, men der refereres ikke i forestillingen til det symbolske i broernes struktur. Endelig er der nogle store grene, der hænger i det sceniske rum (se figur 4.1). De er malet røde og hænger på hoved. De symboliserer blodårenes forgreninger. De magiske kugler bliver netop sendt ind i blodbanen, det er derinde de møder de største udfordringer.

Der anvendes flere rekvisitter i forestillingen, heriblandt en biokemisk fagbog, som de unge performere på skift læser i mens de andre fortæller. Denne bog er et symbol på at deres faglige viden er genereret ved at læse store tykke bøger om emnet. Det er en stor del af livet som studerende. Samtidig er det en troværdig måde at "aktivere" performerne på når de ikke selv skal sige noget.

4.1.6 Personerne i forestillingen

Der er tre personer fysisk tilstede i forestillingen. En ph.d. studerende, en medicinstuderende og en seniorforsker. Rollerne var dobbeltbesat, forstået på den måde at der var tre personer, der spillede seniorforsker, to der var den kvindelige ph.d. studerende og to der var den medicinstuderende. Denne rollebesætning gav de medvirkende mulighed for at skabe monologerne i samarbejde med en ligesindet samtidig med at det aflastede de medvirkende i opførelsesperioden. De medvirkende forskere var: Professor, dr. scient. Ole G. Mouritsen, lektor, ph.d. Adam C. Simonsen, post doc., ph.d. Esben Thormann, ph.d.-studerende Eva A. Christensen, (alle MEMPHYS, SDU), ph.d.-studerende Anne K. Bugge (EUGENE, SDU), medicinstuderende Henrik Jespersen og Jonas H. Andersen (begge SDU). De tre personer, der medvirker på dvd'en er: den ph.d. studerende Anne, den medicinstuderende Jonas og professoren Ole. Som tidligere nævnt er det dvd'en og en transskription af denne jeg baserer dette kapitel på. Jeg har valgt at karakterisere de tre medvirkende ved at beskrive deres fysiologiske, sociologiske og psykologiske træk, som de, efter min vurdering, fremstår i forestillingen.

Anne

Fysiologiske træk: Ung kvinde. Køn. Slank. Let sminket. Klassisk mærkevarekjole med et bælte der følger modens trends. Bare tæer.

Sociologiske træk: molekylærbiolog, der lige er begyndt at forske. Har en kæreste.

Psykologiske træk: Ligeftredt/direkte, åben, sød (modig vil de fleste nok mene, eftersom hun medvirker i forestillingen).

Jonas

Fysiologiske træk: Ung mand. Slank. Attraktiv. Læser lidt. Københavnsk accent. Bare tæer. Casual klædt i moderigtigt tøj.

Sociologiske træk: medicinstuderende. Forsker i emnet i forestillingen.

Psykologiske træk: Selvsikker. Ambitiøs.

Ole

Fysiologiske træk: Gråhåret mand. Trind. Lyserød skjorte, mørke bukser og bare tæer.

Sociologiske træk: Professor på universitetet.

Psykologiske træk: Meget rolig. Stor faglig indsigt. Rar.

Jeg har en lille kommentar omkring, hvad man kalder de medvirkende i en videnskabsteaterforestilling. De står på scenen og spiller deres roller som forskere og formildere og der er kulisser, lys og musik, som i et rigtigt teaterstykke. Men de er ikke skuespillere, det er ganske enkelt ikke deres kald. De skal være autentiske, både som forsker og formidler i en teater-setting. Instruktøren selv foretrækker at kalde dem performere og jeg vil gerne tilslutte mig dette forslag.

Jeg har interviewet professoren, der medvirker i forestillingen, Ole G. Mouritsen, instruktøren af forestillingen, Bent Nørgaard samt Anne K. Bugge. Disse interviews er foretaget knap et år efter forestillingens opsætning og blev iværksat for at finde svar på en række spørgsmål, der igennem mit arbejde med for-

ankringsaktionerne var dukket op. Interviewene med Ole G. Mouritsen og Bent Nørgaard varede ca. 1½ time hver, de blev optaget ved hjælp af webkamera og er efterfølgende blevet transskriberet. Jeg udarbejdede en interviewguide til hvert interview, som jeg fulgte stringent, dog afbrudt af uddybende spørgsmål når jeg fandt det nødvendigt, hvorved interviewene blev semistrukturerede (Kvale, 1997). Spørgsmålene til instruktøren var inspireret af Jan Krag Jacobsens "25 spørgsmål" (Jacobsen, 2007) og fokuserede således primært på produktionen af forestillingen og sekundært på hans bevæggrunde for at skabe Center for Kunst og Videnskab. Professoren adspurgte jeg derimod om både produktionen samt hans personlige oplevelser omkring det at medvirke i en videnskabsteaterforestilling. Interviewet af Anne K. Bugge blev foretaget telefonisk mens jeg tog noter undervejs. Interviewet tog udgangspunkt i en kort interviewguide.

Jeg har i det følgende valgt at referere til de roller forskerne spiller ved brug af deres fornavne (Ole, Jonas og Anne) og når jeg derudover inddrager kommentarer fra interviews med forskerne som personer anvender jeg deres fulde navn (Ole G. Mouritsen og Anne K. Bugge). Jeg skelner derved imellem forskeren som performer og forskeren som person.

4.1.7 Manuskriptarbejdet

Omkring et år før forestillingen var klar begyndte arbejdet med manuskriptet. Det foregik ved at instruktøren og forskerne sad i en rundkreds og talte om indholdet i forestillingen. Denne proces er langsommelig, ustruktureret og frustrerende for forskerne. Men det er her instruktøren langsomt får trukket historien ud af forskerne. Han beder dem fortælle om deres forskning og stiller spørgsmål ved det forskerne fortæller og ikke mindst det forskerne *ikke* fortæller. Billedligt talt tænker jeg altid på denne proces som det der foregår når Dumbledore med sin tryllestav trækker minder ud af hukommelsen på sig selv eller Harry Potter. Det er i denne proces vi finder forestillingens styrke og svaghed. Historien i forestillingen bliver ikke bedre end det instruktøren formår at trække ud af forskernes hukommelse. Forestillingen bygger på en sandfærdig historie, den er dokumentarisk, den kan ikke for spændingens skyld tilføjes en opdigtet historie eller person. For at blive i analogien, så overføres minderne til mindekaret og her rører instruktøren rundt i minderne, tilsætter nogle kunstneriske virkemidler og en narrativ struktur og fører derefter fortællingen tilbage til forskerens hukommelse, til opførelse på scenen i en ny kronologi.

4.2 Kodning af forestillingen

Et almindeligt anvendt redskab til analyse af et datamateriale er kodning. Ifølge Miles og Huberman (1994) indebærer det, at kode, kort sagt, at man gransker enheder i materialet (ord eller sætninger, eller hyppigere hændelser eller udsagn), tolker deres mening under hensyntagen til den sammenhæng de indgår i (konteksten), og reflekterer over denne sammenhæng. Kodning sker på flere niveauer, ved den primære kodning opdeles materialet ved at man identificerer mønstre og temaer. Ved den sekundære kodning grupperer man den primære kodnings opdelinger og indordner det specifikke under det generelle. Dernæst skaber man begrebsmæssig og teoretisk sammenhæng. Strauss og Corbin (1998) anvender betegnelsen mikroanalyse, når de taler om kodning og angiver følgende definition:

“The detailed line-by-line analysis necessary at the beginning of a study to generate initial categories (with their properties and dimensions) and to suggest relationships among categories; a combination of open and axial coding.” (s.55)

Ved kvalitativ analyse i konteksten af didaktisk forskning foregår kodning typisk på transskriptioner af interviews og klasserumsobservationer. Jeg har valgt at anvende metoden på transskriptionen af *Den Magiske Kugle*, da jeg mener det kan hjælpe mig til at foretage en struktureret analyse af forestillingen og få øje på ting, der ikke nødvendigvis ville dukke op, ved blot at læse transskriptionen. Kodning er desuden en velbeskrevet metode indenfor kvalitativ analyse og var derfor et naturligt valg.

Jeg har lavet transskriptionen ud fra DVD versionen af *Den Magiske Kugle*. Denne DVD danner grundlaget for den følgende behandling af forestillingen. Ved citater angiver jeg linienummeret i parentes, som refererer til linienumrene i transskriptionen som findes i bilag A.

For at udføre den primære kodning har jeg læst transskriptionen igennem flere gange, hvorved jeg fandt de relevante sekvenser og kategoriserede disse. Under dette arbejde udkrystalliserede koderne sig langsomt. I alt fremkom ni tekstkoder ud fra transskriptionen og en visuel kode fra DVD'en, der fortæller noget om det udtryk, performerne leverer kropsligt. I flere tilfælde indgik en sekvens i flere koder, hvorfor den tæller med flere gange.

På forhånd var jeg interesseret i at undersøge, hvor meget fokus der var på behovet for at arbejde tværfagligt under udviklingen af de magiske kugler. Dette bunder i at den ene forankringsaktion, jeg byggede videre på forestillingen med, var tværfaglig, og det var vigtigt at forestillingen understøttede behovet for og relevansen ved at belyse et emne fra flere faglige vinkler. Dernæst var jeg interesseret i, hvilke hverdagsreferencer de havde indlagt i forestillingen, hvilket udsprang af to ting, for det første vidste jeg fra et af de to møder jeg deltog i omkring forestillingen at de havde diskuteret meget, hvilke hverdagsord de skulle tage udgangspunkt i når de skulle forklare fagbegreberne, blandt andet diskuterede de om ordet 'fedtkugle' ville være en god betegnelse for, hvad et liposom er (et liposom er en hul kugle, hvis vægge består af fedtmolekyler. Når man indkapsler kemoterapi i et liposom får man det, de i forestillingen, kalder en magisk kugle). For det andet er det aktuelt i forhold til læringsbegrebet stilladsering (Wood, Bruner & Ross 1976) og Piagets stadieteori (Grønbæk Hansen, 2007), som beskriver, hvordan man som lærer (formidler) skal bygge videre på den viden eleven (publikum) allerede besidder, for derigennem at nå et højere erkendelsesniveau. Strauss og Corbin understreger vigtigheden af ikke at "lægge" en analyse ned over teksten, men derimod lytte og lade data tale til en (Strauss & Corbin, 1998, s. 65). Jeg forsøgte derfor at lade mine forventninger træde i baggrunden og forholde mig objektivt til teksten og stillede i stedet en række spørgsmål til teksten såsom: hvad siger de?, hvorfor siger de det?, hvordan siger de det? Det viste sig at mine forventninger blev indfriet da både 'interdisciplinær' og 'scaffolds', som er min kodebetegnelse for sekvenser, hvor henholdsvis tværfagligt samarbejde og hverdagsreferencer kommer til udtryk i forestillingen, udkrystalliseredes af min kodning. En tredje kode, jeg forventede ville fremkomme var 'ikke forklarede videnskabelige begreber'. Det viste sig imidlertid, at jeg ikke kunne finde sekvenser, der kunne tildeles denne kode, hvilket i sig selv er en interessant observation. Strauss og Corbin behandler disse 'forventninger' som det 12. Punkt i deres "Major Points

Tabel 4.1 Koderne i *Den Magiske Kugle*

Koder	Farve	Beskrivelse
Scaffolds		Begrebet scaffolds stammer fra Jerome Bruner (Wood, Bruner & Ross 1976) og beskriver de kommunikative stilladser man bygger op når man skal forklare noget for andre mennesker ved at tage udgangspunkt i deres eksisterende viden og bygge oven på den, for at de til sidst når til et nyt erkendelsesniveau. Jeg anvender begrebet mere bredt i dét det bliver en samlebetegnelse for hverdagsreferencer, metaforer, metonymer m.m. performerne bruger for at hjælpe publikum med at forstå det faglige i forestillingen.
Interdisciplinær		Direkte eller indirekte udsagn, der viser, at denne forskning har været mulig ved at forskere fra forskellige discipliner arbejdede sammen.
Følelser		Koden omfatter sekvenser af forestillingen, hvor forskerne viser eller udtrykker følelser, herunder begejstring, hvorved de blandt andet viser, hvor den indre drivkraft til at forske stammer fra.
Personkarakteristik		Hvad vi lærer om forskerne som personer i løbet af forestillingen. De sekvenser, der har givet ophav til koden er dem, hvor vi lærer noget om aktørerne, om deres personlighed og hvordan de begår sig i deres hverdag. Personkarakteristikkerne kan være direkte (det fortællerne beretter om en anden person) eller indirekte (det der beskriver en person gennem egne handlinger og udsagn).
Plotpunkter		Et plot er den overordnede plan for en fortællings handlingsforløb. Plotets funktion er at arrangere hovedkonfliktens afgørende punkter, så de leder frem mod en slutning der giver maksimal udløsning af spænding. I forestillingen berettes om de udfordringer forskerne igennem hele processen er stødt på undervejs mod målet og disse hindringer koder jeg som 'Plotpunkter'.
Krydderi		Små indskudte sætninger, hvoraf nogle ikke er relevante for at forstå meningen, men som har et indhold der er sjovt, tankevækkende, finurligt. Kaldes også for 'seductive details' (Garner <i>et al.</i> 1992).
Forskningsprocessen		Sekvenser, hvor vi oplever, hvordan det foregår, når man forsker og hvad der har indflydelse på forskningen (f.eks. personlighed, tilfældigheder, leg, kreativitet, visioner, ideer, bekendtskaber).
Punchlines		Sætninger der kort og præcist udtrykker og opsummerer handlingen i forestillingen.
Udtrykket		Samlebetegnelse for performernes gestikulation, artikulation og mimik. Gestikulere: Understregning af talen med beskrivende bevægelser oftest arme og hænder. Artikulere: leddeling eller udtale, at sætte noget sammen, stemmens melodi Mimik: ansigtsudtryk

About Mikroanalysis” (s. 65) og understreger, at netop mikroanalyse (kodning) er et godt redskab til at undersøge, om ens forventninger til datamateriale holder. Data taler for sig selv og forkerte forventninger vil derfor blive afsløret – hvilket netop var tilfældet med denne kode.

I takt med at jeg gennemgår forestillingen, i henhold til de tre greb, vil jeg løbende inddrage kodningen. Jeg vil benævne koderne for mine *analytiske* koder. Det er nødvendigt at pointere dette da begrebet 'koder' bruges i flere sammenhænge indenfor narrativ teori.

4.3 Dramaturgisk greb

I dette greb undersøger jeg de bærende elementer ved fortællinger, nemlig fremdriftskomponenterne og karakterfunktionerne. Der er en lang række litteraturkritikere, filosoffer, psykologer og semiotikere, der har haft indflydelse på, hvordan vi anskuer narrativer, deres struktur, indhold, formål og betydning for mennesker. Heriblandt vil jeg nævne Roland Barthes (1915-1980) og hans fem strukturelle koder og Algirdas-Julien Greimas (1917-92) og hans aktantmodel. I den første del af den dramaturgiske analyse af *Den Magiske Kugle* vil jeg gøre brug af modeller og teorier vedrørende fortællingers struktur og dernæst trække interessante detaljer og sekvenser frem fra forestillingen. Jeg vil starte med den mest kendte model for opbygning af fortællinger, Berettermodellen og dernæst anvende Roland Barthes strukturelle koder. I anden del af dette greb vil jeg undersøge karakterernes funktioner i forestillingen, ved at anvende aktantmodellen og mine analytiske koder 'personkarakteristik' og 'følelser'.

4.3.1 Fortællingers struktur

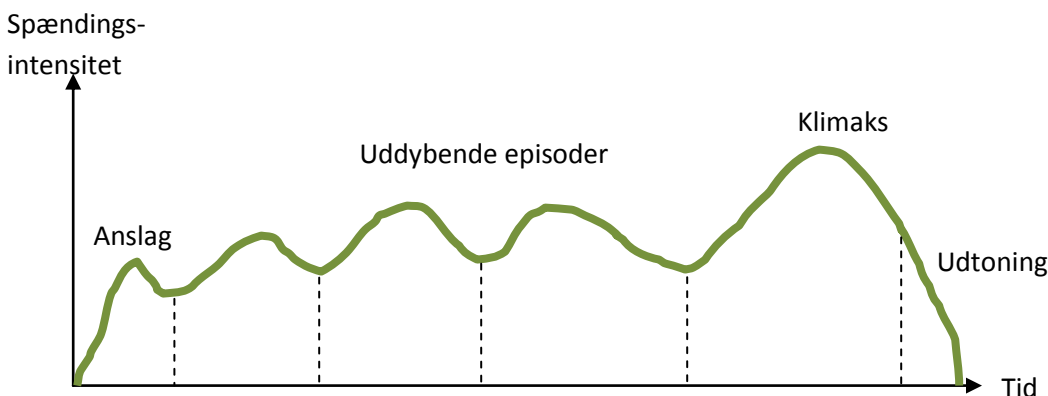
Jeg vil gerne redegøre for at *Den Magiske Kugle* er en fortælling ved at starte med at se nærmere på forestillingens struktur i forhold til fortællingers mønstre. I henhold til Aristoteles er fortællinger helt basalt kendetegnet ved at de består af en begyndelse, en midte og en slutning. Han beskriver det på følgende vis:

- Begyndelsen er det der ikke selv med nødvendighed følger efter noget andet, men efter hvilket kommer noget andet der naturligt må finde sted eller indtræffe...
- men slutningen er derimod det der selv naturligt følger efter noget andet, enten nødvendigvis eller i reglen, medens intet andet følger efter det...
- ... Midten er så det der både selv følger efter noget andet og har noget andet til følge.

(Aristoteles, Poetik, 1999, kap 7)

En mere udførlig model og måske den mest kendte model for opbygningen af fortællinger er berettermodellen, som beskriver fortællingens spændingsintensitet i forhold til tid. Berettermodellen blev udviklet af den svenske dramatiker Carl-Johan Seth og hans landsmand og medieforsker Ola Olsson til kortlægning af plottet i spændingsromaner, film og teaterstykker og findes nu i mange varianter (Hansen, 2006). Et plot er den overordnede plan for en fortællings handlingsforløb. Plottets funktion er at arrangere hovedkonfliktens afgørende punkter, så de leder frem mod en slutning der giver maksimal udløs-

ning af spænding (Brooks, 1984). Den variant af bølgemodellen, jeg vil argumentere for passer bedst til *Den Magiske Kugle*, er den man kalder bølgemodellen. Bølgemodellen indeholder ikke et point-of-no-return, men gennemløber en række uddybningsfaser, evt. bundet sammen med et mellem spil. Modellen kaldes også for den cirkulære berettermodel eller spiralmodellen. De enkelte mellem spil/uddybninger kan i sig selv være bygget op over den klassiske berettermodel og dermed sikre fremdriften på delniveauet (Hansen, 2006).



Figur 4.2 Bølgemodellen

Figur 4.2 viser grafisk bølgemodellen, hvor tiden er afbildet i forhold til spændingsintensiteten. Bølgemodellen deler fortællingen op i følgende faser:

- Anslag:** Fortællingens tema, stemning og stil anslås. Her skal konflikten lanceres på en interessant måde, så vores nysgerrighed pirres. I krimier vil det første mord typisk ske her.
- Præsentation:** Hovedkonflikten og dens baggrund præsenteres sammen med fortællingens hovedpersoner og deres forudsætninger præsenteres.
- Uddybning:** Temaet foldes ud og konflikten uddybes i detaljer.
- Mellemspil:** Hver delkonflikt præsenteres og udforskes og leder videre til den næste konflikt. Indeholder ingen dramatisk effekt eller fremdrift.
- Klimaks:** Historiens absolutte højdepunkt. Den afgørende styrkeprøve, konflikten afsluttes.
- Udtoning:** Udfaldet på fortællingen, en ny orden etableres, eller den gamle orden genoprettes eller vi får et vink om hvordan fremtiden tegner sig.

4.3.1.1 Bølgemodellen og *Den Magiske Kugle*

Jeg vil nu gennemgå *Den Magiske Kugle* med udgangspunkt i bølgemodellen og vise, hvordan forestillingen passer ind i denne model og dermed giver os den narrative struktur og et overblik over handlingen.

Anslag

Forestillingens anslag finder vi på skærmen, hvor vi første gang får at vide, hvad magien ved de magiske kugler er; de kan smugle medicin ind i syge celler uden at skade kroppens raske celler.

Præsentation

Nu præsenterer de tre performere sig selv. Herefter udbredes det faglige rum for os og vi får løftet lidt mere af sløret for, hvad det hele handler om. Ole slutter denne monolog med forestillingens første 'Punchline', med blikket rettet direkte mod publikum:

Er det da så mærkeligt, at vi kalder dem magiske kugler?

Uddybning

Kort efter kommer Anne med stykkets anden 'Punchline':

Vi vil gerne lave en magisk kugle, der kan dræbe kræftceller uden at skade kroppens raske celler. (Plotpunkt 1)

Den overordnede konflikt er nu blevet cementeret og præciseret. Stykket handler med andre ord om en forbedret behandling af kræft, det er således 'hovedplottet'.

Uddybende episode og mellemspil

Der har været mange forhindringer på denne rejse, som tog sin begyndelse i starten af 1900-tallet, da Paul Erlich første gang fik idéen om at lave "magiske kugler".

Konfliktoptrapningen kommer tydeligt til udtryk i de citater jeg har tildelt koden 'Plotpunkt'.

Anne: *[D]a vi ikke kan vide helt nøjagtigt hvad vores liposomer, de vil blive udsat for inde i kroppen, så må vi jo sørge for, at de er stabile og tætte, så de ikke lækker cellegiften før de har fundet frem til kræftknuden.* (Plotpunkt 2)

Anne: *Ja, men selv om Ole nu har sørget for at liposomerne de er robuste og stabile og tætte og selvhelende, så vil de stadigvæk blive ødelagt når de møder vores immunsystem.* (Plotpunkt 3)

Ole: *Men problemet er nu, hvordan finder den rent faktisk frem til det syge sted.* (Plotpunkt 4)

Klimaks

Disse udfordringer løses og forestillingen når sit klimaks. På skærmen følger vi nu en grafisk fremstilling af dannelsen af kuglen og dens rejse ind i blodårerne og ud igennem de porøse kapillærer i kræftcellerne.

Ole: *[N]u er de blevet så tætte at lægemiddelstoffet kommer ikke ud. Hvordan finder vi nøglen til at åbne dem?* (Plotpunkt 5)

Jonas: ... for at Cisplatinen (cellegift, forfatteren), den skal virke så skal den altså helt ind i cancercellens kerne og for at komme herind så må det over endnu en barriere og det er cancercellens membran. (Plotpunkt 6)

Udtoning

Skærmen

De første forsøg på mennesker gennemføres i sommeren 2007 på et hospital i Rotterdam. De efterfølgende forsøg på patienter gennemføres i år 2008–2010.

Om alt går vel og myndighederne godkender de magiske kugler, vil der herefter kunne tilbydes behandlinger til kræftpatienter

(Plotpunkt 7)

Man kan selvfølgelig diskutere om den sidste kommentar på skærmen var en udtoning eller en "to be continued". Jeg benævner denne udtoning som Plotpunkt 7 og i lyset af den fortælling vi lige har fået gennemgået, er det sandsynligt, at med Plotpunkt 7 følger endnu en udfordring og endnu en. Ligesom vi som publikum rives med og følger udviklingen af dette forskningseventyr, bliver forskerne revet med af deres forskning. Drivkraften er denne jagt på endnu en løsning, på endnu en udfordring, som atter fører til nye udfordringer. Som Anne K. Bugge sagde i telefoninterviewet jeg lavede med hende: *"Forskning forgrener sig. Den forskning jeg laver, er ikke bare startet med mig"*.

Berettermodellen og varianter heraf forholder sig ikke til hverken karaktererne eller fortællingens dybere indhold. Det er derfor ikke tilstrækkeligt at betragte forestillingen ud fra denne model, hvis jeg vil analysere den nærmere. Derfor retter jeg blikket mod den franske strukturalist, filosof og semiotiker Roland Barthes, der både forholder sig til fortællingers struktur samt deres poetiske virkemidler.

4.3.1.2 Fortællinger ifølge Roland Barthes

Roland Barthes har i et af sine mest imponerende værker *S/Z*, som er en kritisk analyse af Balzac's bog *Sarrassine*, beskrevet, hvordan han mener at alle fortællinger indeholder fem strukturelle koder, som alle er vævet sammen. Barthes mener, at det er denne struktur der får en fortælling til at fungere (Meiner, 2007). Jeg vil her komme nærmere ind på de fem koder og belyse dem med uddrag fra forestillingen.

Den første kode, 'den hermeneutiske kode', handler om plottet i en fortælling. Den hermeneutiske kodes funktion er at stimulere og fastholde læserens/publikums ønske om at vide og forstå. Den hermeneutiske kode består blandt andet af 'fælder' og 'delvise svar', hvormed Barthes mener, bevidst udeldelse af sandheden og udsættelse af svar, så læseren holdes i spænding.

Selve fortællingens kronologi er sjældent den samme som den sande kronologi. I de fleste fortællinger er historien manipuleret ved at lave tidsspring og ved, med hermeneutiske koder, at afsløre nogle detal-

jer, mens anden viden udelades. Barthes kalder dette for den 'narrative striptease'. Denne diskursive manipulation af historien er lavet for at opbygge og bevare spænding, så man fastholder interessen hos læseren eller seeren, dette kalder Barthes for det narrative begær.

Det bedste eksempel på denne struktur er detektiv film. I starten af filmen er man f.eks. vidne til et mord, og resten af fortællingen er dedikeret til at redegøre for de spørgsmål, der er opstået ved den indledende (voldelige) scene. Detektiven finder sporene trin for trin, og først i slutningen af filmen kan man lægge alle brikkerne sammen og rekonstruere mordet (Meiner, 2007).

Den Magiske Kugle indeholder en del hermeneutiske koder. Svarende til detektivfilmens opbygning får vi allerede i anslaget at vide, at der er blevet lavet en magisk kugle, der kan smugle medicin ind til syge celler og slå dem ihjel uden at skade de raske celler. I resten af forestillingen følger vi derefter de mange trin, og ikke mindst udfordringer, der har været undervejs i udviklingen af den magiske kugle, helt tilbage fra starten af det nittende århundrede. Dette gøres ved gang på gang at lade publikum tro at løsningen er lige for, for derefter at give arbejdet en ny drejning, en ny forhindring, der skal løses ved mere (efter)forskning.

Tidsspring spiller en afgørende rolle i *Den Magiske Kugle*. Det at forestillingen starter med 'slutningen' gør det i sig selv nødvendigt, at vi springer tilbage i tiden for at finde sporene, der fører os frem til nutiden. Ofte springer forestillingen tilbage til den tidlige forskning, for derefter at springe helt frem til nutiden, hvor performerne uddyber de faglige ting, der blev omtalt af de ældre forskere.

Den anden kode er 'den proæretiske kode', som henviser til en hændelse i fortællingen, der er opstået ud fra en tidligere hændelse, og som leder frem til en ny hændelse. Den er ikke nødvendigvis fyldt med spænding. Gennemgangen af forestillingen via bølgemodellen viser tydeligt disse proæretiske koder, hvor selve fortællingen domineres af uhindrede logiske bevægelser fra scene til scene, eller i dette tilfælde fra plotpunkt til plotpunkt.

I *Den Magiske Kugle* sker der eksempelvis det, at Alec Bangham får en ny kollega, der kan betjene et elektronmikroskop. Bangham får lov at prøve mikroskopet, og blander kendte membrankomponenter, nemlig phosphorlipider med vand og tilsætter et, for ham ukendt, farvestof. Det viser sig, at der opstår nogle sækkelignende strukturer. Cellemembranen er derved opdaget. Denne naturlige rækkefølge af begivenheder fører automatisk til en pædagogisk udredning af, hvad der sker rent fysisk og kemisk, når disse phosphorlipider og vand blandes sammen. I forestillingen hænger den proæretiske kode tæt sammen med forskningsprocessen, hvor en opdagelse naturligt fører videre til nye forsøg og en faglig forklaring fører naturligt flere forklaringer med sig. Et eksempel på dette er Ole gennemgang af stoffers opførsel i forhold til vand. Ole starter med at gennemgå hydrofobe stoffer, der ikke er blandbare med vand, dernæst hydrofile stoffer, der blander fint med vand og endelig amfifile stoffer der, som Ole udtrykker det, har blandede fornemmelser i forhold til vand. Med den viden kan vi nu få forklaret, hvordan liposomerne opstår i mødet mellem vand og amfifile stoffer.

Den hermeneutiske og den proæretiske kode er de primære koder i en fortælling. De er sekventielle og er dermed tæt forbundet til den tidslinie, der er i fortællingen. De giver kun mening, hvis fortællingen ses eller læses i sin sammenhæng fra start til slut (Meiner, 2007; Coward 1997). Peter Brooks (1938-) er

professor i komparativ litteratur. Brooks arbejder i sine teorier om narrativer primært med plots og plotting, hvormed han mener, at plots er det der giver fortællingen struktur, og plotting er det der giver den en fremadrettet bevægelse, og efterlader læseren med et narrativt begær. Narrativt begær er således den lyst, der driver læseren mod at forløse historien. Det er begæret efter mening, sammenhæng og fortællingens slutning. (Brooks, 1984). Brooks anser betegnelsen *plot* som en 'overkodning' af den proæretiske kode med den hermeneutiske kode. Forstået på den måde at vi fortsætter med at læse proæretisk for at opnå oplevelsen af at alting i slutningen af fortællingen giver mening rent hermeneutisk.

De næste tre koder er ikke bundet af fortællingens kronologi, de kan plukkes ud af deres sammenhæng og stadig give mening.

Den tredje kode er 'den semantiske kode', der fokuserer på de abstrakte dele af en fortælling. En semantisk kode tillader teksten at *vise* noget i stedet for at *fortælle*. Det er de sproglige billeder i teksten, det er metaforerne og metonymerne¹.

Når forestillingen kaldes *Den Magiske Kugle* er ordet 'magisk' en semantisk kode, der fortæller os at disse kugler er helt specielle, at de er i stand til at udrette noget, ud over det sædvanlige.

Jeg har fundet frem til en analytisk kode, som jeg kalder 'scaffolds', der også rummer sekvenser med metaforer. I forestillingen er der en række metaforer, i en af dem får vi et klart billede af hvordan vandmolekyler opfører sig i en væske:

...i løbet af et sekund, så vil et vandmolekyle give hånd til sin nabo og give slip igen, altså binde og give slip igen, flere milliarder gange i løbet af et sekund.(linie 277-278)

Et andet eksempel på en metafor, eller en semantisk kode, finder vi i forklaringen om, hvordan immunsystemet fungerer:

...heldigvis så er det medfødte immunsystem altid på vagt. Hvis vi f.eks. får en rift i huden, så er vores aller yderste barriere imod omgivelserne blevet brudt, og det giver mulighed for at bakterier, de kan vandre ind i kroppen gennem såret. Men heldigvis så er det medfødte immunforsvar på vagt lige under overfladen og kommer der et hul, så tilkalder det straks forstærkning(linie 386-389)

Bakterierne og immunsystemet får altså tildelt menneskelige karaktertræk i dét bakterierne "vandre" og immunforsvaret er "på vagt" og "tilkalder forstærkning". Disse metaforer bevirker, at tingene bliver levendegjort og at vi forestiller os forløbet ved at danne billeder inde i hovedet.

Bruner påpeger netop, hvordan naturvidenskabsmænd anvender narrative tilgange og metaforer for at finde en model, der passer til virkeligheden:

¹ Metonym er en talefigur der substituerer navnet på en ting med et andet, det kan være noget der beskriver tingen, dens effekt eller årsag. For eksempel er plastik et metonym for kreditkort og Christiansborg et metonym for den danske regering.

"... som enhver videnskabshistoriker har påpeget i de sidste hundrede år, anvender naturvidenskabsmænd alle former for hjælpemidler og intuition og historier og metaforer for at hjælpe dem, når de forsøger at få deres spekulative modeller til at passe til "virkeligheden" (eller at få "virkeligheden" til at passe til deres model ved at omdefinere hvad "virkeligheden" er)".
(Bruner, 1998, s. 198)

Den semantiske kodes metonymer, finder vi et eksempel på i Oles forklaring af terminologien:

Liposomer af denne her slags, dem kalder man "stealth-liposomer" og de har fået navnet efter det amerikanske jægerfly som hedder stealth-jægeren (linie 432-433)

I ordet stealth-liposomer er stealth et metonym for det amerikanske jægerfly. Stealth-liposomer er samtidig en metafor for liposomer, hvorpå der er påsat lange polymerer, som bevirker at liposomet er kamoufleret fra immunsystemet. For hvis liposomerne ikke er kamoufleret fra immunsystemet bliver de opdaget af:

komplementfaktorer. De sætter sig fast på overfladen af fremmedlegemer og så fungerer de som et dødsmærke fordi fagocytterne de vil dræbe alt der har sådan en komplementfaktor siddende fast på sig....(linie 404-406)

At komplementfaktorerne fungerer som et dødsmærke er en meget kraftfuld metafor, som Anne anvender i sin forklaring af immunsystemet.

I forbindelse med forestillingens klimaks er der en rap, som alle performerne deltager i. Den består af et lille resume af forestillingen. Rappen slutter med en opremsning af alle de ting som de magiske kugler suser forbi i blodbanen, lange videnskabelige, ubegribelige ord:

[...]Cytokiner, antistoffer, B- og T-lymfocytter, monosacharider, monocytter, neutrofile, eucinofile suser forbi. Basofile, koagulationsfaktorer, salte, urinstof, lipoproteiner og vitaminer, suser forbi[...] (linie 487-489)

Men; ordene er fascinerende i deres fremmedhed og vi behøver ikke forstå dem, de får lov til at forblive abstrakte for den uindviede. De symboliserer, at det vi har med at gøre er noget svært og fascinerende – engang imellem, må kunsten tage over, for at udtrykke storheden. Som instruktøren selv siger i et interview:

"Jeg synes der er en kraft i det videnskabelige foredrag som kan minde om den kraft der er i kunst. Altså, den kan være poetisk – poetisk forstået på den måde, at den prøver at fange noget af verden i et sprog, som er noget andet end dagligsproget, altså vi skal forstå dagligsproget som en konstruktion."

Den fjerde kode, 'Den symbolske kode', er den kode, der rummer de sekvenser, der kan fortolkes. Det er ofte modsætningsfyldte sekvenser eller personer, der får tildelt denne kode, mand/kvinde, initiativrig/passiv. Typisk kan man også uddrage forskellige meninger fra den samme sætning – teksten producerer dermed ikke én definitiv mening. Særligt scenografien i *Den Magiske Kugle* rummer symbolske

koder. Kuglestolene, er stole og anvendes som dette, men de er samtidig symboler på liposomer, hvilket indikeres når Ole lægger hånden på en af stolene og siger:

...på de her forskellige hoveder, som sidder på fedtstofferne, som vender ud mod vandet, der sætter man nogle lange molekyler, såkaldte polymerer. Polymerer er nogle molekyler, som kan være enormt lange, og de udforsker rummet. [Står ved kuglestol og tegner polymerer ud i luften fra kuglen](linie 424-427)

Når polymererne *udforsker* rummet er det endnu et eksempel på en 'semantisk kode', og dermed også en af mine analytiske koder 'scaffolds'.

De blodrøde grene der hænger ned fra loftet, symboliserer blodårerne, men der refereres ikke direkte til dem i forestillingen og langt fra alle mine informanter tolker grenene som andet en scenepynt. På scenen er der også en sandkasse som Ole sidder med fødderne i under introduktionen. Man kan tolke i hvad disse sandkorn symboliserer. Er de for eksempel et symbol på naturens mindste byggesten? Eller bliver sandet brugt til at markere at forskerne også er mennesker, der har et naturligt forhold til naturen og ikke kun til de modeller af naturen de skaber i deres laboratorier? Eller passede det bare godt sammen med vandbassinet midt i det sceniske "landskab"?

Den femte kode, 'Den kulturelle kode', henviser til elementer i fortællingen, som er en del af vores fælles viden omkring verden. Den kaldes også den referentielle kode. Det er med andre ord den almene viden om, for eksempel, sygdom, historie, psykologi og fysiologi. I *Den Magiske Kugle* anvender performerne denne 'kulturelle kode' når de refererer til hverdagsting, som alle kender til. Når Ole fortæller:

Vi kender alle sammen fra køkkenet at der er stoffer, olivenolie, f.eks. som når vi blander dem i vand, så skiller de. De er uforenelige med vand.

er det et eksempel på en 'kulturel kode'. Dette eksempel fortsætter på følgende vis:

De hader vand. Vi kalder dem hydrofobe...

Han tillægger disse stoffer, som er eksemplificeret ved olivenolie, en menneskelig egenskab nemlig det at *hade* noget. Denne sekvens i forestillingen er også et eksempel på en 'semantisk kode'.

Tilsvarende har vi i Jonas's forklaring på, hvordan cancercellerne kan blive resistente, et eksempel på både en kulturel og en semantisk kode:

Her virker proteinerne som pumper og samler medicinen op på indersiden af cellen og smider det ud af cellen igen. De udvikler altså en slags resistens, eller sætter et nyt forsvarsværk op (linie 643-644)

Teksten påduttet ikke disse koder, derimod hjælper de os med at få indsigt i de iboende ting i fortællingen. Barthes forklarer det selv ved at henvise til, at det koderne kan afsløre om teksten er de kommentarer, der finder sted om forestillingen i kulissen, uden for scenen, f.eks. instruktørens overvejelser og

skuespillernes tolkning af deres rolle. Ifølge Coward kalder Barthes det for det stereografiske rum (Coward, 1997).

I min empiriske analyse vender jeg tilbage til en del af disse koder gennem elevernes kommentarer om forestillingen. Ofte er det netop sekvenser eller scenografi i forestillingen, der tilhører mine analytiske koder og Barthes strukturelle koder, der fremhæves af eleverne.

Jeg har nu set på forestillingens struktur og hvad man kalder for dens fremdriftskomponenter, i det følgende vil jeg se nærmere på karakterfunktionerne i *Den Magiske Kugle*.

4.3.2 Karaktererne i Den Magiske Kugle

Ifølge Bruner handler fortællinger om menneskelige aktører og ikke om naturens verden (Bruner, 2002). Ved at transformere den naturvidenskabelige forskningshistorie til en fortælling er det altså menneskene, der bliver bragt på banen.

4.3.2.1 Aktantmodellen

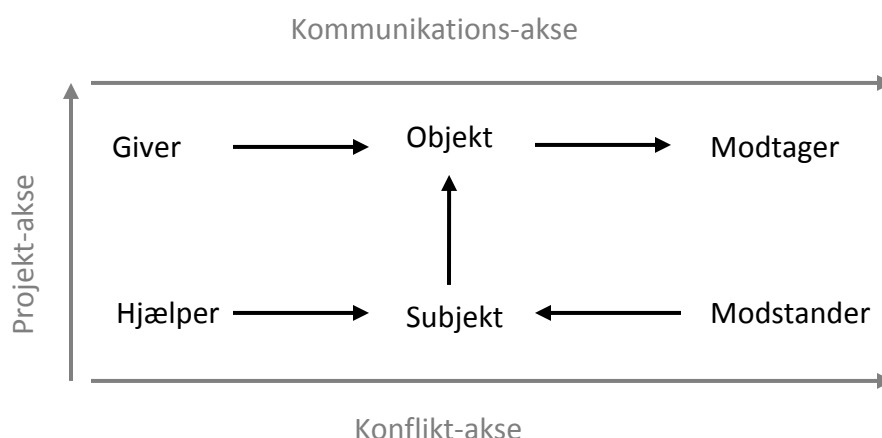
Jeg vil gerne finde ud af, hvilken betydning de mennesker, forskerne, der indgår i forestillingen, har for fortællingen og har derfor undersøgt om aktantmodellen kunne hjælpe mig på vej, dog med en klar bevidsthed om at ikke enhver fortælling er tjent med at blive skruet ned i en model. Aktantmodellen er en gammel konstruktivistisk model udarbejdet af den franske sprog- og litteraturforsker Algirdas-Julien Greimas (1917-92), på basis af undersøgelser af folkeeventyr. Det var i hans bog: *Sémantique structurale - Recherche de méthode* fra 1966 (på dansk *Strukturel semantik*, 1974 oversat af Gudrun Hartvigson), aktantmodellen første gang blev introduceret (s. 287 i den danske udgave). Den har vist sig at være brugbar på andre fortællinger og kan anvendes til at danne et generelt indtryk af personer, deres positioner, funktioner og indbyrdes relationer i fortællinger. Greimas mente, at seks bestemte funktioner går igen i mange historier, ofte er det personer der skal udføre disse funktioner, men det kan også være ting eller mere abstrakte størrelser.

Modellen skal læses på følgende måde:

I enhver fortælling er der en person, *et subjekt*, der forsøger at gennemføre et projekt. *Subjektet* er ofte hovedpersonen og han er udstyret med forskellige ressourcer der gør det muligt at gennemføre projektet. *Objektet* er en opgave eller en konflikt der skal løses. Forbindelsen mellem subjektet og objektet kaldes projektaksen, fordi subjektet har det særlige projekt - at løse en bestemt opgave, at opnå et eller andet. I et eventyr er *subjektet* ofte prinsen og hans projekt er at få lov til at gifte sig med den skønne prinsesse, *objektet*. En af de betingelser, der skal være til stede, for at det overhovedet er muligt for subjektet at nå sit mål er, at han skal have adgang til *objektet*. Denne adgang får han i et traditionelt eventyr af kongen, som dermed er *giveren*. Giveren er typisk et begreb, en magt, en kraft, der griber ind i historiens udvikling på nogle afgørende tidspunkter. Som det fremgår af figur 4.3 kalder man aksenen mellem *giveren* og *modtageren* for kommunikationsaksen. *Modtageren* er i dette tilfælde den samme som subjektet, nemlig prinsen, der modtager prinsessen. Det kunne også være en by der bliver befriet for en seriemorder eller samfundet som helhed. *Hjælperen* er ofte subjektets egne personlige egenska-

ber eller en person der hjælper subjektet med at nå sit mål. I eventyret kan den gode fe være *hjælperen*, mens *modstanderen* er den onde heks, hvis funktion er at besværliggøre at *subjektet* når sit mål. Modstanderen kan også være subjektets egne personlige begrænsninger for eksempel generthed eller uvidenhed. Relationen, mellem på den ene side *hjælper* og *subjekt* og på den anden side *subjekt* og *modstander*, udgør konfliktaksen.

Aktantmodellen giver os overblik over aktørernes indbyrdes funktioner og den gør det muligt at få overblik over, hvem der vil opnå hvad og hvorfor, hvem der er imod og hvorfor, og hvilke ressourcer der er til stede.



Figur 4.3 Aktantmodellen

Som et lille eksperiment forsøgte jeg at anvende aktantmodellen på *Den Magiske Kugle*. Jeg indså, at det ikke umiddelbart var muligt at "skrue" forestillingens aktører ind i denne model, til gengæld gik det op for mig at der i virkeligheden udspiller sig flere historier på en gang i forestillingen, der hver især kan indlægges i aktantmodellen. Historierne har hver deres formål. Den ene historie handler om kampen mod kræft, det er den mest oplagte historie i forhold til temaet i forestillingen. Så er der en anden historie, som må betegnes som hovedhistorien, der har til formål at vise den historiske kamp om at udvikle de magiske kugler. Endelig er der en tredje historie, som handler om kampen om at få publikum til at forstå fortællingens faglige indhold.

Den første historie er den forventede historie. Her er *subjektet* den magiske kugle og *objektet* er bekæmpelse af kræften, som naturligvis er *modstanderen*. *Modtageren* er kræftpatienter eller samfundet som helhed. *Hjælperen* er forskerne og *giveren* er kreativitet, forskernes evne til at få ideer. Denne historie kalder jeg for den forventede historie, da det er den historie om kræftforskning man forventer at høre når man skal se videnskabsteaterforestillingen. Det var også den historie instruktøren regnede med at skulle fortælle, men det var ikke den historie forskerne, som er grundforskere indenfor biofysik, kunne fortælle. Historien kunne også kaldes den populærvidenskabelige, da jeg tror det er den man ville vælge at fortælle i medierne.

Den næste historie er forskningshistorien. I den er *subjektet* forskerne, og *objektet* er udviklingen af liposomer til fremføring af lægemiddel. *Modstanderen* er blandt andet immunsystemet. *Modtageren* er forskningsverdenen, forstået på den måde, at den viden *subjekterne* (forskerne) opnår ved deres forskning vil primært kunne bruges af andre forskere. *Hjælperen* er da også viden opnået af tidligere forskere. *Giveren* er selve det internationale forskningsmiljø, der direkte eller indirekte leder subjektet på vej.

Den tredje er den didaktiske historie hvor *subjektet* er publikum og *objektet* er at få dem til at forstå det faglige indhold. *Modstanderen* er den fremmede terminologi og de fysiske og biologiske begreber og fænomener. *Hjælperen* er her de tre performere, de skal formidle indholdet til publikum og dermed hjælpe dem til at forstå forestillingen. *Giveren* i denne historie er instruktøren, scenografen og manuskriptforfatterne (som i dette tilfælde er de samme som instruktøren og performerne).

Hvis man skal fortsætte dette tankeeksperiment, ser vi at disse tre historier, der altså ligger flettet sammen i forestillingen, i to tilfælde tildeler forskerne rollen som *hjælper* og i den centrale historie, forskningshistorien spiller de hovedrollen som *subjektet*. Der er tilsyneladende givet plads i forestillingen til at forskerne kan indtage hovedrollen, men jeg vil nu se nærmere på den rolle de *vælger* at spille i forestillingen.

Vi skal huske på at det nærmest er grænseoverskridende at bringe sin egen person i spil i den akademiske verden. I naturvidenskabelig akademia belønnes man for sin evne til i videnskabelige artikler at kunne berette om sin forskningshistorie i 3. person, objektivt og værdiløst, og dermed ekskludere enhver form for menneskelighed (Bloch, 2002). At mestre det videnskabelige sprog er at formulere sig ved at ekskludere sin egen person fra beretningen.

I mine interviews og spørgeskemaer har jeg spurgt eleverne, hvad der har haft indflydelse på deres interesse for naturvidenskab. Ikke overraskende beretter mange af dem om en lærer der var rigtig god, som var meget engageret, som smittede med sin begejstring. Derfor spørger jeg nu, hvor i forestillingen performerne afslører, hvem de er som mennesker og hvor de viser begejstring?

4.3.2.2 Følelser og personkarakteristik

Det fremgår af tabel 4.1, at jeg gennem kodningen af forestillingen har fundet frem til en kode der hedder 'Følelser', som omfatter følelser, begejstring og afsløringer af, hvor drivkraften til at forske videre kommer fra. En anden kode benævner jeg 'Personkarakteristik' som er de passager i forestillingen, hvor forskerens personlighed træder frem. Jeg skelner derved mellem to måder at være 'personlig' på, der hvor man viser følelser og der hvor man viser noget om en selv, om ens eget liv og interesser.

Generelt ved vi meget lidt om de tre forskere som personer, når vi forlader teatersalen. Hvordan skal elever kunne identificere sig med personer de kun får et glimt af? Faktum er at performerne aldrig rigtig træder i karakter som mennesker, de bevarer en vis distance til publikum. Kun i få øjeblikke kan vi mærke dem – og måske er det nok?

Jeg har været tilskuer til mange videnskabelige foredrag i tidens løb og dem jeg husker bedst er dem, hvor personligheden skinnede igennem. Hvor de begejstrede fortæller om deres forskning. Det er ikke unormalt at vise billeder af sig selv i samvær med andre forskere eller måske endda sin familie, men

derefter helliger de fleste sig forskningsforedragets nøgterne gengivelse af begivenhederne under udeladelse af begejstring for ens egen forskning. I Göteborg overværede jeg i april 2008 et foredrag på Pedagogien, GU af John Elliot, en af de toneangivende aktionsforskere i vores tid. Han viste en 15 min optagelse, hvor hans kone interviewer ham i deres stue om hans syn på aktionsforskning. Optagelsen afsluttes med at han hiver hende hen foran kameraet, så hun kan hilse på og fortælle af det var hende der var interviewer. Egentlig meget sødt, men også meget uakademisk og bestemt kun noget man oplever hos ældre forskere af en vis kaliber. Spørgsmålet er selvfølgelig om jeg husker det han sagde eller omstændighederne omkring interviewet i stedet. Personligt mener jeg, at det gav mig en historie at hænge foredragets indhold op på, hvilket i de fleste tilfælde er hensigtsmæssigt.

I sidste ende er det instruktørens beslutning, hvor meget engagement og personlighed, han vil trække frem fra performerne. Jeg spurgte ham om deres udtryk i interviewet og hans svarede følgende:

Bent:

"[J]eg [er] heller ikke...interesseret i længere at bidrage til at fremstille mennesker på scenen, som var det en konstruktion skabt i mediernes verden. Altså for mig er det også et politisk budskab. Der står altså en nordmand, som taler norsk, og der står en dansk medicinstuderende, lidt læspen har han, og altså du ved, men det at tvinge folk til at være i rum sammen med andre mennesker, sådan som de mennesker nu engang er og ikke som de billeder, som vi synes, vi skal skabe, når vi går på scenen og smiler og siger tusind tak for i aften.

Derfor har jeg heller ikke haft ambitioner om at slibe dem op, altså slibe dem totalt op til, altså til at sige, nu er de sådan som man skal være på en scene. Hvem fanden siger at den scene kun ejes af dem, der bliver slebet op til at stå der?" (s.24)

Jeg har talt med de to kvindelige forskere i forestillingen og spurgt, hvor meget instruktøren gjorde ud af at bringe deres personlighed og begejstring for forskningen frem. Den ene svarede, at der ikke er nogen tvivl om, at hun fik mest ros af instruktøren når hun virkelig "slog sig løs" på scenen. Under instruktionerne blev de ofte opfordret til at "slå ud med armene", "fylde mere i rummet" og vise mere selvsikkerhed og begejstring.

Instruktøren har således haft et ønske om at bringe begejstringen frem i forskernes performance samtidig med at de skulle have lov til at være de mennesker de nu engang er. Dette kommer tydeligt til udtryk i følgende kommentar fra Bent Nørgaard:

"[D]et som er grundlæggende for al den måde vi kigger på kommunikation på, den måde vi har tænkt formidling på, det er jo at bruge forskerens egen begejstring for sit felt til at kunne begejstre andre for det han, hun går og laver. Det er jo et forførelsesvåben. Det er sandt. Det tror vi på, det tror jeg på. Det er det grundlag, vi arbejder på."

Forestillingen viser med al tydelighed, at det er svært at få almindelige forskere til at være så autentiske i deres egen rolle i en forestilling at de har overskud til at smitte med deres begejstring, ja til overhovedet at vise begejstring. Hvis jeg ser på koden 'Følelser' har jeg fundet elleve sekvenser.

To af sekvenserne omhandler Paul Erlich og tre af sekvenserne er fra interviewet med Alec Bangham. Jonas, den medicinstuderende, som er forsker i det firma, der udvikler de magiske kugler, udviser i tre sekvenser en reel begejstring for sin forskning.

Ole leverer de sidste tre sekvenser, der løfter sløret for forskernes begejstring. Han afslutter sin introduktion af forestillingen med at rette blikket mod publikum og spørge:

Er det da så mærkeligt at vi kalder dem magiske kugler?(linie 43)

Med denne sætning afslører forskeren at han er fascineret. Hans spørgsmål til publikum skal ikke besvares, publikum skal ganske enkelt fornemme, at det vi nu skal høre mere om er noget ganske særligt. I forestillingen er Ole intens og nærværende når han roligt forklarer om fysikken bag de magiske kugler, men hans begejstring er stærkt underspillet, hvilket illustreres i de sidste to sekvenser med koden 'Følelser':

Her er der faktisk en overraskelse, for en af de ting som vi fandt undervejs, og som var en drivkraft i forskningen, det er, at det viser sig faktisk, at det enzym, det var endnu mere aggressivt mod liposomer, hvorpå der er de her lange haler. Og der er en morsom forklaring bag det, som har noget at gøre med fysikken af lange molekyler.(linie 578-581)

Og dernæst

Så nu har vi faktisk den meget spændende egenskab, at det der gør liposomerne stabile og robuste ude i blodbanen.(linie 587-588)

I disse sekvenser formulerer Ole en begejstring, men sekvenserne er ikke med i koden 'Udtryk', for de siges uden at Ole ændrer udtryk. Visuelt lægger han således ikke vægt bag ordene *morsom* og *spændende* ved at smile eller hæve stemmen eller på anden måde at vise sin begejstring.

Gennem interviews med performerne har jeg erfaret, at der under arbejdet med manuskriptet var masser af begejstring og gang på gang bekræftede instruktøren forskerne i at denne fortælling var noget ganske fantastisk. Desværre var de hverken trygge nok, afslappede nok eller vante nok i deres rolle til at denne begejstring kom med ud på scenen, som er et rum de ikke er vant til at færdes i.

I den sidste del af forestillingen er forskerne blevet bedt om at filosofere lidt over, hvor de får deres idéer til forskningen fra. Det er med andre ord ikke forskningen de skal fortælle om, men noget om dem selv som personer. Her svarer Anne følgende:

Jeg har også tænkt på at nogle gange, da kan det også være at man sidder og snakker med nogen og de så siger et eller andet ord der trigger en, så man kommer til at tænke på sine forsøg. Så som regel så er der jo så en der spørger, sig mig hvad tænker du egentlig på? Og så er det rigtig pinligt, at sige, jamen jeg sidder lige og tænker på mine klonings-eksperimenter, hvis det nu er at man havde en samtale med sin kæreste for eksempel.(linie 697-701)

Denne sekvens har fået koden 'personkarakteristik'. Det fremgår tydeligt at sproget er meget uformelt. Anne gengiver en historie vi alle kan relatere til, hvor tankerne pludselig får frit løb. Hun er afslappet, fortrolig, næsten pinlig over at afsløre at hun i samvær med sin kæreste kan komme til at tænke på sine forsøg.

Man kan næppe lave et skarpt skel imellem den del af personligheden, der er forsker og den del der er menneske. At være forsker er en del af ens personlighed, det påvirker den måde man anskuer verden på og giver sig i kast med nye udfordringer. Annes kommentarer omkring, hvor hendes idéer opstår, viser netop at eksperimenterne spiller en rolle i hendes tanker, selv når hun er privat, det er en del af hendes liv og hendes personlighed. Hun kan ikke frigøre sig fra sine forsøg når hun har fri.

Jonas er den performer, vi ved mest om, når forestillingen er slut. Man kan overveje, om det skyldes at, han, om nogen, spiller sin egen rolle som forsker, se bare her:

Jeg har kontakt til et firma, der arbejder med lige præcis den her mission. Det hedder LiPla-some Pharma A/S og blev skabt i 2001, med det formål at skabe magiske kugler af fedt, som kan indkapsle cellegiften, så man kun rammer de syge celler.

Den her kontakt, den opstod igennem mit medicinstudie, hvor jeg mødte en forelæser fra MEMPHYS, som inspirerede mig meget. Vi mødtes tit og diskuterede alt lige fra forskning til livets mening og da jeg altid har vidst, at jeg ville forske i løbet af mit medicinstudie, så satte vi os ned og lavede et projekt..(linie 111-116)

Når Jonas i slutningen af forestillingen, med et lille skævt smil, siger:

..rent faktisk har jeg forsøg over nu, som jeg skal tilbage og kigge på efter forestillingen.(linie 653-654)

Sidder vi tilbage og spekulerer på om det egentlig passer. Kender man forskningsverdenen vil man vide at det er højst troværdigt – om ikke andet så efter den prøve, hvor de fandt på, at han skulle sige det.

To personer vi lærer meget om i forestillingen er den tyske nobelprismodtager Paul Erlich og den nu 85 årige fysiker Alec Bangham.

I sekretærens bog om Paul Erlich fortæller hun følgende:

Paul Erlich fik sine bedste ideer når hans hustru spillede klaver, jo muntre, des bedre. Og det fortælles, at han havde en forkærlighed for lirekasse musik.(linie 681-682)

Anne:

Så Erlich, han besluttede sig for, at han ville finde et kemisk stof, som kunne kurere syfilis, og han testede, systematisk, mere end 600 kemiske stoffer på dyr. Det var selvfølgelig et kæmpe stort og tidskrævende arbejde. Men han var drevet af den samme lyst, som driver forskere i dag, nemlig lysten til at blive ved med at udforske verden omkring os, og det kommer også tydeligt til udtryk i sekretærens bog om Erlich.(linie 85-89)

Stemme (højtlesning fra bogen)

Hvad verden betragtede som et endeligt resultat af Erlich's dybdeborende forskning, betragtede Erlich selv som afsættet for nye rejser ind i det ukendte. (linie 91-92)

Ib Ravn har analyseret en række populærvidenskabelige bøger indenfor naturfagene fra 2001 og blandt dem var der en række biografier om store videnskabsmænd. Han efterlyser i høj grad at høre om det helt personlige, hvad det betyder at være forsker, hvad det vil sige at være tro mod en teori, og tro *nok* til at man vil arbejde i årtier for den, måske mod alle odds, hvilke dybder af sjælen det involverer og hvordan man klarer sig igennem (Ravn, 2002, *Hvem gider den upersonlige naturvidenskab?*). Når en rolle i en fortælling skal gøres levende, er det vigtigt at give rollen en forhistorie, individuelle træk og særheder og ikke mindst en tydelig funktion i forhold til fortællingen (Hansen, 2006). Dette er lykkedes med Paul Erlich. Man fornemmer, at han ikke alene var en stor forsker, men også en stor personlighed.

Alec Bangham filmes i en lænestol i sin egen stue. Han er en af de nulevende personer, hvis forskning har haft afgørende betydning for forståelsen af cellemembraners opbygning og fremstillingen af liposomer. Han bliver en synlig fortæller, der kæder fortiden sammen med nutiden. Selv fortæller han følgende:

Jeg anede ikke, hvad "negativ farvning" var, så jeg sagde til Bob: "Lad os prøve at tilføje lidt negativ farve til de tørre phosphorlipider, ryste dem godt og grundigt og kigge på det under mikroskopet." Det gjorde vi så, og hvad fik vi øje på? De smukkeste billeder!

Og vi behøvede blot at kigge på to eller tre af de første par billeder for at indse, at de viste sækelignende mønstre. Alle disse partikler var altså sække! Det er da umådeligt spændende! Og bingo: Det var præcis det øjeblik, hvor vi indså, at vi havde en model af en cellemembran. (linie 161-168)

Dette citat viser Banghams fortsatte begejstring for deres eksperimenter for mere end 40 år siden. Han kan, set i bakspejlet, forstå vigtigheden og rækkevidden af den opdagelse de havde gjort.

En person, der har spillet en vigtig rolle, for at forskningen er nået så langt, præsenteres således af Ole:

Kent har en baggrund som farmaceut og har indtil da arbejdet overvejende som teoretiker. Men det viser sig i laboratoriet i Virginia at Kent også er en meget talentfuld eksperimentalist. Og som eksperimentaler hyppigt gør, så leger de med ting i laboratoriet og Kent begynder at lege med et enzym... (linie 518-521)

I alt præsenteres vi for fem forskere, der har, eller har haft, stor betydning i arbejdet med at udvikle de magiske kugler. Paul Erlich var den første, der fremsagde ideen om at kurere sygdomme med kemoterapi og magiske kugler. Alec Bangham opdagede cellemembraners opbygning og dannelse af liposomer. Ole Mouritsen er membranekspert og har grundlagt fundamentet til at forskningen er nået så langt som den er i dag. Kent Jørgensen fandt nøglen til at åbne liposomerne, når først de havde fundet hen til kræften. Han har været med til at grundlægge LiPlasome Pharma A/S i samarbejde med Ole Mouritsen

og er direktør i firmaet. Endelig er der Jonas, der som led i sine medicinstudier forsker i de nedbrydningsprodukter, der opstår når kræftcellernes enzymer nedbryder membranen i de magiske kugler.

Hvilken rolle spiller Anne, den unge forsker, i udviklingen af kuglerne? Hun er repræsentant for molekylærbiologerne, der besidder den biologiske indsigt, der er nødvendig i det tværfaglige samspil om udviklingen af den magiske kugle. Vi ved fra introduktionen at hun anvender de magiske kugler i sin egen forskning til at give celler helt nye egenskaber (kode 'Personkarakteristik' linie 14-15). Hun har imidlertid ikke bidraget til forskningen bag udviklingen af kuglen, men tager derimod kuglen med ind i fremtidens forskning. Hendes rolle i forhold til kuglens udvikling bliver som fortæller. Styrken ved at bruge Anne som fortæller er at hun er troværdig. Vi fornemmer at når hun forklarer, hvordan immunsystemet er opbygget så er det noget hun *ved* og ikke noget hun har læst sig til. Men Anne er ikke personligt involveret, hvilket gør det svært at vise personlighed og autentiske følelser i denne referenceramme, medmindre man er god til at "spille en rolle".

Som afslutning på dette afsnit om performerne i forestillingen vil jeg kort beskrive mine overvejelser omkring performerens evner til at være rollemodeller for eleverne.

4.3.2.3 Rollemodeller

Performerne kan være rollemodeller for eleverne, hvis eleverne kan identificere sig med dem og projicere sig over på dem. Generelt er det nemmest at identificere sig med karakterfunktionen, den svage, den uudviklede eller den uoplyste fordi karakteren gennemgår situationer som er genkendelige for gennemsnitstilskueren. At identificere sig med helten handler derimod om dagdrømmens identifikation, også kaldet aspiration. Helten er den person som vi gerne vil være ligesom – ønsket om noget som er svært opnåeligt (Hansen, 2006). Karaktererne skal have individuelle særpræg, personlighed og temperament og de skal have et ydre der passer til deres indre – og så skal de være forskellige så vi kan kende dem fra hinanden (Hansen, 2006).

Performerne i forestillingen er hverken svage eller helteagtige. De er helt almindelige mennesker uden den store personlighed. De har derimod en viden og et arbejde som de skal have formidlet til os så det appellerer mest muligt, for kun derved kan instruktøren opnå at publikum ønsker at være ligesom dem. Det er altså ikke nok, at den kvindelige performer er ung og køn. Det hun laver og fortæller os om skal også være attraktivt.

Jeg har spurgt eleverne om de kunne forestille sig at være ligesom forskerne i forestillingen. Nogle svarer ja, det kunne de godt om ti år, andre svarer benægtende mens en stor del af dem svarer med et smil, ja, det kunne være fedt at lave sådan en forestilling. Det der appellerer til disse elever er at optræde i et teaterstykke og derigennem formidle deres faglige viden.

4.3.3 Afrunding af det dramaturgiske greb

Den foregående analyse af forestillingen har givet mig en indsigt i de dramaturgiske virkemidler instruktøren har anvendt for at fange publikums interesse. Når man analyserer et værk og finder ind til de lag det er opbygget af, er der altid en risiko for at overtolke instruktørens intentioner. Jeg vil derfor stoppe min analyse her og afrundingsvis kommentere at mit indtryk af forestillingen er, at den er meget gennemarbejdet og jonglerer i sin struktur eksemplarisk med de dramaturgiske virkemidler, og jeg tror det

ville være en oplagt mulighed at inddrage forestillingen i et emne om fortællinger i danskfaget i gymnasiet. Forestillingens potentiale til at være omdrejningspunkt, ikke blot i et tværfagligt forløb indenfor naturfagene, men i et tværfakultært forløb er uden tvivl større end jeg først har antaget.

I det dramaturgiske greb har jeg set på, hvordan fortællingen i forestillingen er tilrettelagt for at fastholde publikums interesse. I det didaktiske greb vil jeg nu se på, hvordan forestillingen formidler det faglige indhold så publikum kan forstå det.

4.4 Didaktisk greb

I *Den Magiske Kugle* har man tilstræbt at bringe forskningsprocessens historie på en form, så mennesker uden videnskabelig indsigt kan få et indblik i forskningens formål, proces og drivkraft. Der er foregået en transformation af den videnskabelige forskning indenfor biofysik for at gøre det til en fortælleegnet almenforståelig forskning. Området er forsøgt rekontekstualiseret og repersonaliseret så den enkelte modtager af kommunikationen kan tilegne sig det som personlig viden.

Med det didaktiske greb vil jeg give et indblik i det man kan kalde det didaktiske afsender- og modtagerperspektiv. Hermed mener jeg forestillingens didaktiske tilrettelæggelse for at hjælpe publikum med at forstå det, der formidles.

4.4.1 Formidlingens fremstillingsmåder

Traditionelt placeres al formidling indenfor en af følgende fire fremstillingsmåder: den lyriske, den episke, den dramatiske og den didaktiske. Hver af disse overordnede genrer placerer læseren/lytteren/seeren i en bestemt position i forhold til det, der formidles (Harms Larsen 1990). Når man formidler viden anvender man almindeligvis den didaktiske eller den episke fremstillingsmåde.

I den didaktiske fremstillingsmåde er henvendelsen fra afsender til modtager direkte og der er fokus på modtageren. Målet er at belære modtageren om en bestemt sammenhæng. Afsenderen taler direkte til seeren og de har øjenkontakt. Det foregår i en slags 'al-tid', som er særlig velegnet til formidling af abstrakte almengyldige sandheder. Der er principielt ingen udstrækning i tid og rum, med en begyndelse og en slutning. Eksempler på denne fremstillingsmåde kender vi, når naturvidenskabelige fænomener som tyngdekraften, elektromagnetisme eller overfladespænding skal forklares til elever i en undervisningssituation.

I den episke fremstillingsmåde er der en fortæller, der formidler begivenheden til modtageren. Derved skabes der mulighed for, at modtageren dels kan engagere sig i begivenheden og ikke mindst reflektere over den sammen med fortælleren. Fortælleren giver begivenheden en fortælleletid ved at organisere begivenheden i en årsagskæde med en iboende fremdrift. Fortællingens tidsforløb kan ikke brydes uden at formidlingen påvirkes (Bang, 1993). Vi kan genkende strukturen i den episke fremstillingsmåde fra Barthes' to strukturelle koder, de hermeneutiske og proæretiske koder, som vi hørte om i det tidligere afsnit.

Som tidligere nævnt er det den didaktiske fremstillingsmåde der er mest udbredt når det er naturvidenskabelig viden, der skal formidles. *Den Magiske Kugle* gør op med denne tradition. Jeg mener at forestil-

lingen forener den episke med den didaktiske fremstillingsform. Det bærende i forestillingen er det organiserede hændelsesforløb, fortællingens struktur, de proæretiske og hermeneutiske koder, plottet. I mange tilfælde "afbrydes" dette glidende forløb af performerne, der i tidslommer i fortællingen, stopper op og forklarer de fænomener eller begreber, der er meningsdannende i forestillingen, eller som in-struktøren og performerne gerne vil have at publikum får indsigt i ved at se forestillingen. Et eksempel på en sådan 'didaktisk tidslomme' er idet Ole, forklarer om vand og phosphorlipider og deres forhold til hinanden. Her et lille uddrag, hvor de amfifile stoffer præsenteres:

Og så er der faktisk også en helt tredje slags stoffer. Nogle der ikke kan beslutte sig. Nogle der har blandede fornemmelser i forhold til vand. Vi kalder dem amfifile. Og det er lige præcis den egenskab som Banghams phosphorlipider har. De har den egenskab, at de elsker vand på en side og hader vand på den anden side. Og grunden til at det er sådan, det er at phosphorlipider består af molekyler som vi siger, har et hoved som elsker vand. Det vil altså gerne være opløst i vand og så har det to haler, og halerne er det, der hedder fedtsyrer, det vil sige det er olie og olien kan ikke lide vand. Men halerne er altså bundet sammen med hovedet og de skal altså leve sammen, så når denne her slags molekyler kommer ned i vand, så får de en konflikt, de bliver frustrerede. Den måde de løser konflikten på, det er, at de arrangerer sig i dobbeltlag med hovederne udad og halerne indad (linie 221-229).

Dette uddrag indeholder eksempler på Barthes kulturelle og semantiske koder. Sekvensen har således fået tildelt den analytiske kode 'Scaffolds', hvor hverdagsreferencer, metaforer og personificering inddrages i forklaringen af et komplekst naturvidenskabeligt fænomen.

Man ser det metaforiske i at de amfifile stoffer har hoveder og haler, de hader og elsker, de bliver frustrerede, får en konflikt og løser den. Interessant er det at bemærke, at der udspiller sig et helt lille drama, med en begyndelse en midte og en slutning. De to parter mødes, der opstår en konflikt og konflikten løses, i denne didaktiske tidslomme. Faktisk er det, der karakteriserer det episke drama i forhold til den klassiske tragedie, netop det, at sekvenser i forestillingen kan "klippes ud" og forstås alene, selvom de indgår i helheden. Det, der skelner det episke fra det dramatiske, er det forhold, der etableres mellem de enkelte dele i en forestilling og de enkelte deles forhold til helheden. Det er den tyske digter og dramatiker Bertolt Brecht (1957) der med sin reformistiske tilgang til teatret grundlagde 'det episke teater'. Brechts projekt er at få publikum til at reagere. Han er ikke interesseret i publikums psykologiske indlevelse i karaktererne på scenen, men mere optaget af at rykke deres overbevisning. Overordnet ønsker han, at hans teater må fungere som et slags debatforum, hvor tilskueren bliver sat i en tilstand af kontemplation, hvor de ikke bliver overmandet af skuespillets handling og hensat i en apatisk tilstand, men bevarer overblikket, så de kan tage stilling til den fremstillede problematik - åbent og fordomsfrit. Brecht ønsker et aktivt og engageret publikum - ligesom vi ønsker aktive og engagerede elever, som er parate til at "forhandle" nye informationer på plads til ny viden. Dermed har læringens refleksive rum, ifølge Jørgen Bang, mange lighedspunkter med Bertolt Brechts episke teater, hvor publikum sættes i en tilstand af kontemplation. I psykologiske termer er modsætningen til kontemplation fascination (Bang, 1993): den der fascineres opgiver sin jeg-kontrol og lader sig overvælde af det fascinerende, for eksempel en medrivende handling, en dramatisk begivenhed, en pirrende situation, en konkurrence, et spil eller en spændende personlighed. Når påvirkningen er slut genvinder personen sin jeg-kontrol og er

forhåbentlig blevet en oplevelse rigere - og måske også klogere. Fra et indlærings synspunkt er problemet imidlertid, at personen i den fascinerende oplevelse snarere gør erfaringer med tærsklen mellem det bevidste og det ubevidste end med erkendelse. I bedste fald kan erfaringerne bearbejdes kognitivt til viden, men i langt de fleste tilfælde forbliver de ureflekteret, som mindet om en god oplevelse eller et mareridt (Bang, 2008).

Bent Nørgaards videnskabsteaterform, der i denne afhandling er repræsenteret af *Den Magiske Kugle* kan til dels karakteriseres som episk teater ifølge Bertolt Brecht, som det fremgår af eksemplet med den didaktiske tidslomme om amfifile stoffer. Men omvendt så må publikum ifølge Bent Nørgaard hellere end gerne henrives, miste hvad Jørgen Bang kalder 'jeg-kontrollen' og sættes i en tilstand af situationel interesse, narrativ transportation og *flow* (jvnf. Kapitel 5).

Den episke form er dog tydelig i de passager, hvor fortælleren/performerne kort opsummerer og reflekterer over det, der er blevet fortalt. Et eksempel på dette er nedenstående uddrag fra forestillingen, hvor Anne opsummerer, hvad Ole har fortalt og dernæst dirigerer os videre til det næste 'Plotpunkt' hvilket Ole, som repræsentant for biofysikerne, skal tage hånd om:

Så lægemidlet, det bliver altså indkapslet i liposomer i laboratoriet, her kan Ole meget nøjagtigt kontrollere, hvilke fysiske og kemiske forhold de bliver udsat for. Men, når man skal bruge liposomerne til kræftbehandling, så skal de naturligvis sprøjtes ind i en menneskekrop, og her er forholdene meget mere komplekse end, hvad vi kan genskabe i vores reagensglas. Så da vi ikke kan vide helt nøjagtigt, hvad vores liposomer, de vil blive udsat for inde i kroppen, så må vi jo sørge for, at de er stabile og tætte, så de ikke lækker cellegiften før de har fundet frem til kræftknuden. (linie 345-350)

4.4.2 Det faglige niveau

Bent Nørgaard:

"Jo - jamen jeg vil da gerne sige noget om, hvad min holdning til niveau er, og det er lige præcis det, at jeg tror på, eller jeg har en personlig oplevelse af, at hvis der er noget jeg knapt forstår, så lytter jeg virkelig intenst. Hvis der er noget, jeg slet ikke forstår, så står jeg af, og hvis det er noget, jeg har forstået, så jeg bare skal sidde og vente på, at han nu får sagt det, som jeg allerede har forstået, altså det er tre skridt bagud, så er jeg også bare stået af. Så det der - at ramme det der punkt hos publikum, hvor de knapt forstår det, det er det, jeg går efter."

Det instruktøren beskriver her lægger sig op af Vygotskys Zone for nærmeste udvikling (Zone of Proximal Development). Vygotsky definerede denne udviklingszone som afstanden mellem, hvad et individ kan præstere alene og uden hjælp, på den ene side og hvad vedkommende kan præstere under ledelse af en voksen eller i samarbejde med kyndige kammerater, på den anden. Med begrebet udviklingszone ville Vygotsky fremhæve, at det der er interessant, ud fra et psykologisk perspektiv, ikke kun er de kompetencer barnet eller den voksne allerede besidder, men snarere hvad der er *potentialet* i hans/hendes forståelse og handlen. (Roger Säljö, Læring i praksis, s.131)

Et vigtigt element i den nærmeste udviklingszone er den sociale interaktion. Forestillingen skaber ikke, som før omtalt, rum til reflekteret dialog og den kan ikke betegnes som socialkonstruktivistisk. Jeg har dog valgt at inddrage denne betegnelse for den zone performerne og instruktøren har forsøgt at befinde sig i i forhold til publikum. Der stilles således store krav til publikum i forestillingen og en af de mest rammende kommentarer til dette kom fra en ældre herre, der efter forestillingen, opsøgte instruktøren og i sine rosende kommentarer sagde: *"Jeg vidste slet ikke jeg var så klog!"* (Fra interview med Bent Nørgaard).

I en forestilling er det ikke muligt at ramme alle blandt publikums 'nærmeste udviklingszone'. At finde det rette niveau i en undervisningssituation er en dialogisk proces, hvor den mere kompetente gennem samtale med den lærende finder det rette niveau. I en forestilling må performerne derfor, i samarbejde med instruktøren, vurdere, hvor de skal placere sig niveaumæssigt. Dette har resulteret i, at niveauet i forestillingen varierer meget fra performer til performer. Der er stor forskel på, hvilket niveau performerne tager udgangspunkt i, hvor meget de anvender en hverdagsagtig terminologi og hvorledes de formår at inddrage hverdagsreferencer i deres forklaringer. Ole begynder sine forklaringer på det laveste niveau og tager langsomt publikum med op på et højere niveau, mens Jonas indholdsmæssigt og terminologisk bevæger sig på et nærmest konstant højt niveau. Dette kan resultere i nogle uhensigtsmæssige udfald: at publikum føler Ole taler ned til dem eller at de føler Jonas taler hen over hovedet på dem. Heldigvis formår Anne at balancere imellem de to niveauer og er ofte den der opsummerer og bringer forestillingen videre til næste 'Plotpunkt' som det fremgik af uddraget fra forestillingen sidst i afsnit 4.4.2.

Det er interessant at bemærke, at når man taler til et bredt publikum og intenderer at bygge ovenpå den viden publikum allerede besidder kan man med fordel anvende Barthes' 'kulturelle koder' i sin forklaring af det faglige indhold. Det ligger, som før omtalt, i den kulturelle kode, at det er en fællesviden vi besidder som følge af den kultur, vi er vokset op i og deler med hele vores kulturelle familie.

At den lærendes ny viden tager udgangspunkt i vedkommendes eksisterende viden er en vigtig pointe i konstruktivismen, hvilket understreges af dette berømte udsagn af David Ausubel:

"The most important single factor influencing learning is what the learner already knows ..."

(Ausubel, 1968)

Publikum eller den lærende kommer ikke som et tomt kar, der skal fyldes op, de kommer derimod med en kontekst og befinder sig i en kontekst og begge dele har indflydelse på deres oplevelse. Det er ifølge Piaget, vigtigt at skabe en forbindelse til de erfaringer og den viden den lærende allerede besidder og så bygge ovenpå det. Man er nødt til at opbygge de kognitive strukturer, der svarer til et bestemt stadie, før man kan komme videre til det næste. (Grønbæk Hansen, 2007). Det er netop det performerne eksperimenterer med, når de inddrager hverdagsforståelser i deres forklaringer, eksempelvis det, at vand ikke kan blandes med olie og dernæst bygger ovenpå denne viden og når til en forklaring om selvsamling af liposomer.

Disse kognitive strukturer skabes dog ikke ved passivt at modtage viden. Læringen foregår, når man gennem aktiv handlen bearbejder et materiale og når denne proces ikke kun bygger ovenpå de gamle strukturer (assimilation); men derimod integrerer de gamle strukturer i de nye og danner en ny konstruktion, så der med et Piagetbegreb sker akkomodation. Der er således også ifølge Piaget brug for, at der skabes et refleksivt rum, hvor der er plads til interaktion imellem mennesker og til aktive handlinger.

Videnskabsteaterforestillingerne der produceres af Center for Kunst og Videnskab er karakteriseret ved, at der efter forestillingerne skabes refleksive rum. I tilfældet med *Den Magiske Kugle*, var det i form af det undervisningsmateriale jeg sammensatte i forbindelse med forestillingen, som blev publiceret på forestillingens hjemmeside. Men i de fleste af centerets videnskabsteaterforestillinger, er det refleksive rum blevet skabt ved at forskerne, som afslutning på forestillingen, har indgået i en debat med publikum. Den afsluttende debat fravalgte de i forbindelse med *Den Magiske Kugle*, i det de frygtede, at der fra publikums side ville komme en lang række kliniske spørgsmål om kræft og kræftbehandling som forskerne ikke ville være i stand til at svare på. Forskernes tilgang til kræftbehandling har ikke forbindelse til patienterne, men foregår ved, at de på grundforskningsniveau, arbejder med liposomerne i en biofysisk referenceramme.

Vigtigheden af at skabe et refleksivt rum bevirkede, at jeg i designet af forankringsaktionerne valgte at stimulere reflekteret dialog og aktiv handling imellem eleverne ved at anvende gruppearbejde som den dominerende arbejdsform, designet af aktionerne vil blive uddybet i Kapitel 10.

4.4.3 Didaktisk rekonstruktion

Rent didaktisk er det forskerne og instruktøren har gjort, da de skrev manuskriptet at lave en didaktisk rekonstruktion af det faglige indhold i forestillingen. Den didaktiske rekonstruktion er en model for udvikling af undervisningsforløb, der er konstrueret af en forskergruppe fra Institut die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) (Kattmann *et al.* 1996).

Processen i den didaktiske rekonstruktion består groft sagt af to faser – en reduktion og en rekonstruktion. Reduktionen indebærer en analyse af indholdet af et stofområdes struktur med henblik på at gøre det formidlingseget i en undervisningssammenhæng. Rekonstruktionen indebærer design af undervisningsenheder, hvor udgangspunktet er at få begreber og principper situeret i en kontekst så det bliver forståeligt og meningsfuldt for eleverne. Disse to faser vekselvirker med empiriske undersøgelser af elevperspektiver af stofområdet før rekonstruktionen og undersøgelser af det rekonstruerede.

I *Den Magiske Kugle* har de gjort det faglige tilgængeligt for publikum, ved at bringe det på en form, så publikum forstår det, og samtidig har de placeret det i en kontekst publikum kan forholde sig til ved at omdanne forskningsprocessen til en fortælling. Der er visse aspekter i rekonstruktionen af det faglige indhold, der ikke imødekommer forskernes på IPN's model over den didaktiske rekonstruktion i dét der ikke i processen er foretaget en kritisk didaktisk analyse med empiriske undersøgelser af modtagerperspektiver. Til gengæld har instruktøren, som ikke er naturfagligt uddannet, brugt sig selv som referenceramme. Han siger følgende om det omfattende arbejde, der ligger i at få formidlet det faglige i forestillingen, så andre kunne forstå det:

"[J]eg har måttet skaffe mig forståelse for det, og derefter begynder arbejdet med, hvordan vi så kunne udtrykke det, så at andre kunne forstå det, som ikke havde en indforståelse med det. Altså at man - hele det arbejde med at artikulere det..det er gennemarbejdede fortællinger, og det der tilsyneladende er fremtrådt let, det har været et stort, stort arbejde for forskerne også, at få fundet den nerve i det, de fremstillede. Der har været et meget, meget tæt samarbejde mellem de to centre (Center for Membranfysik, (MEMPHYS og Center for Kunst og Videnskab, forfatteren) her omkring den der klarhed."

Et element i den didaktiske rekonstruktion er, at rekonstruktionen baseres på undervisningsmål. I nedenstående ses et uddrag af undervisningsvejledningen for Naturvidenskabeligt grundforløb vedrørende det faglige indhold:

Det er vigtigt, at det faglige indhold i det naturvidenskabelige grundforløb perspektiveres på en sådan måde, at eleverne opnår forståelse af, at de indgående fag ofte spiller en helt afgørende rolle i arbejdet med problemer af samfundsmæssig og teknologisk art – og således, at fagenes betydning for elevernes egen dagligdag understreges.

Endelig tilgodeses det overordnede mål om at demonstrere fagenes relevans i samfundsmæssig og historisk henseende på oplagt måde ved at vælge overordnede temaer for undervisningen – snarere end traditionelle fagligt emneorienterede forløb. Tanken bag forløb styret af et overordnet tema er netop, at undervisningen her skal tage udgangspunkt i – og holde fokus på – forhold, der ligger ud over det enkelte, traditionelle undervisningsfags rammer...

(Undervisningsvejledning i naturvidenskabeligt grundforløb, UVM, 2007)

Forestillingen imødekommer disse krav til undervisningen i det naturvidenskabelige grundforløb. Det er ikke en bevidst handling fra instruktørens side, men det bekræfter det naturlige i at fremhæve naturvidenskabens tværfaglige styrke og relevans i forhold til samfundsmæssige og historiske aspekter. Et andet krav til Naturvidenskabeligt grundforløb, der i høj grad imødekommes i videnskabsteatret er det, at undervisningen skal være nært forbundet med de respektive videnskabsfag og med den moderne forskning.

Særligt sekvenserne, der har fået tildelt den analytiske kode 'Scaffolds' viser eksempler på, hvordan performerne har arbejdet med at rekonstruere fagligheden ved at tage udgangspunkt i hverdagen og give begreberne menneskelige karaktertræk.

4.4.4 Narrativitet og anvendelsesperspektivet i naturfag

De ovenstående uddrag af lærerplanerne og undervisningsvejledningerne for naturvidenskabeligt grundforløb fremhæver anvendelsesperspektivet i naturfagsundervisningen for at sikre at undervisningen er vedkommende.

Netop anvendelsesperspektivet spiller en væsentlig rolle i *Den Magiske Kugle*, da forestillingen fortæller en aktuel historie om, hvad forskning kan føre til og hvad kendskab til de naturvidenskabelige fag har betydet i en forskningsmæssig sammenhæng.

At det narrative element kan være en interessant tilgang til at gøre naturfagslæringen anvendelsesorienteret er diskuteret af Andersen og Sillasen (2007). De redegør for, at opmærksomheden over for de muligheder en narrativ tilgang rummer i naturfagene er forholdsvis ny. Specielt det narrative fænomen og den betydning det 'at fortælle i forløb' har for menneskets måde at opfatte og forstå på. De er optaget af at anvende det narrative som en integreret metodisk del af tilrettelæggelsen af undervisningsforløb og læringsprocesser.

Ved løsningen af 'Plotpunkt 2' træder anvendelsesperspektivet eksplicit frem, når Ole begynder sin forklaring med følgende:

[I] skal huske på, at det er os, der konstruerer liposomerne. Det er os, der er ingeniørerne omkring dem. Så det vil sige at, hvis de ikke er tætte, men lækker, under nogle omstændigheder, så går vi bare tilbage i laboratoriet og laver dem om. Fordi vi kan nu bruge viden om kemien og fysikken af liposomerne til at lave dem tætte, når de skal være tætte. Vi har en hel masse knapper at skrue på.

Denne sekvens er i øvrigt en del af det jeg i min kodning kalder for 'interdisciplinære koder'. Det er altså et eksempel på, hvordan forestillingen fremstiller perspektiverne i at lade de enkelte fag spille sammen. En narrativ indordning giver helt naturligt mulighed for at naturvidenskaben mødes med og suppleres af filosofi, etik og religion.

4.4.5 Afrunding af det didaktiske greb

Fortællingen af *Den Magiske Kugle* er en didaktisering af en mangeårig forskningsproces der leder frem til nutiden, hvor det næste skridt er de kliniske studier på mennesker. Performerne jonglerer med en lang række faglige termer og naturvidenskabelige processer, der beskrives og forklares ved at anvende metaforer, hverdagsreferencer, rekvisitter og få, men flotte visualiseringer på skærmen. *Den Magiske kugle* placerer sig niveaumæssigt et sted imellem hverdagsforståelser og naturvidenskabelig erkendelse, i et vanskeligt forsøg på at finde en balance så publikum kan internalisere den nye information fra forestillingen i deres tidligere viden. *Den Magiske Kugle* bidrager til en løsning af den anvendelsesproblematik der findes for de involverede naturvidenskabelige fag og viser samtidig, hvordan tværfagligt samarbejde er forudsætningen for at forskningen er nået så langt.

4.5 Fagligt greb

Hvor meget videnskab er der i videnskabsteater? Hvor høj er fagligheden og hvordan portrætteres naturvidenskaben og menneskene i naturvidenskaben? Disse spørgsmål vil jeg afdække i dette greb og vil i

den forbindelse inddrage en række andre videnskabsfortællinger for at undersøge fagligheden i videnskabsfortællinger generelt.

4.5.1 Den faglige fortælling i *Den Magiske Kugle*

Jeg spurgte i Kapitel 2: "hvor "educational" skal en naturvidenskabsindsats være?" og en måde at undersøge dette på er at redegøre for, hvor "educational" *Den Magiske Kugle* er og hvor stor en rolle det spiller i elevernes oplevelse med forestillingen, lærernes retfærdiggørelse af at bruge tid på at se forestillingen og det billede den tegner af naturvidenskaben.

I citaterne jeg har inddraget i både det dramaturgiske og det didaktiske greb er det tydeligt at *Den Magiske Kugle* didaktiserer en lang række naturvidenskabelige fænomener. Der er detaljerede forklaringer på alt fra immunsystemet og dannelse af antistoffer til vands polære egenskaber og dets rolle i selvorganiseringen af liposomerne. Via disse forklaringer præsenteres vi for entropi, maksimeringsprincipper, brintbindingsnetværk, amfifile stoffer og kolesterol's rolle i cellemembranen.

Et eksempel på disse didaktiseringer af naturvidenskabelige fænomener findes i følgende uddrag, hvor Ole forklarer om vands særlige egenskaber:

[F]aktisk er vand noget helt usædvanligt. Man kan lave en lang liste over alle de egenskaber vand har som er meget ekstraordinære, måder, hvorpå vand det adskiller sig fra andre stoffer. Der er over 60 forskellige egenskaber man kan opregne. Og nogle af dem kender vi alle sammen, men vi tager dem også for givet. For eksempel, vand har et meget højt kogepunkt. Det koger først ved 100 grader. Det er helt usædvanligt at stoffer, der består af små molekyler som vand, som trods alt bare består af et iltatom og to brintatomer, har et højt kogepunkt. Og andre molekyler, som er små har meget lavere kogepunkter. Så er der også en anden ting, som er besynderlig, og som vi tager for givet, og som vi sikkert slet ikke tænker over. Men når vand fryser og bliver fast, bliver til is. Ja, så flyder det ovenpå. Så når en sø fryser, eller havet fryser, så lægger isen sig ovenpå og det flydende vand nedenunder. Det vil sige at den faste form af vand, den faste tilstand af vand er lettere, har en lavere vægtfylde end den flydende. Det er også helt usædvanligt, der er ikke andre stoffer, der har det på den måde.(linie 240-250)

Ved hjælp af små hverdagsreferencer formår Ole at få os til at se på vand på en helt ny måde, eftersom det viser sig, at noget så almindeligt som vand i virkeligheden er højst usædvanligt – når vi som her, får lov til at se på det gennem fysikprofessorens briller.

Vi hører også om hvordan enzymet, phosphorlipase, klipper phosphorlipidernes ene hale af og at man forsker i effekten af disse nedbrydningsprodukter, idet Jonas forklarer om sin egen forskning:

Problemet med at få Cisplatin ind i cellen, det er det jeg arbejder med til daglig. Som Ole fortalte os, så består liposomer af de her molekyler med et hoved og to haler. Og vi ved også, at der fandtes en saks eller en phosphorlipase i vævet, som klipper den ene hale af, så man har en hale og et hoved med en hale på. De her nedbrydningsprodukter, som vi kalder frie fedtsyrer og lysolipider. Vi vidste også, at de var formet som kegler, enten den ene vej eller den anden vej. Det skal man tage sammen med, at i en membran der har alle molekyler et forhold til de molekyler,

der sidder udenom. Det er det man kalder en lateral struktur. Og cancercellens membran er helt afhængig af den her laterale struktur for at udføre sit job som barrierefunktion. Det jeg gør, det er at tilsætte de her nedbrydningsprodukter og forsøge at sætte dem ind i membranen som kiler. Man kan sagtens forestille sig, at de her kiler vil forstyrre den laterale struktur og dermed barrierefunktionen. Så får man skabt en masse små huller i cellen som Cisplatin kan komme ind igennem, nå kernen og dræbe cellen. (linie 631-641)

Eksemplerne demonstrerer det høje videnskabelige indhold til fortællingen. Som det vil fremgå under min empiriske analyse af elevernes modtagelse af forestillingen i Kapitel 8 understøttes dette af at mange af eleverne har en oplevelse af, at forestillingen er repeterende i forhold til deres undervisning i de naturvidenskabelige fag. Dette vidner således om, at den inddrager mange naturvidenskabelige begreber og forklaringer af disse i fortællingen. En anden ting fra min empiriske analyse, der også understøtter, at *Den Magiske Kugle* har videnskaben som grundlag for fortællingen er en række elevkommentarer om de faglige termer i forestillingen og hvordan deres oplevelse påvirkes af, hvor godt de bliver forklaret.

Jeg har i dette afsnit argumenteret for, at videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* i høj grad er en videnskabsteaterforestilling der er båret igennem af didaktiseringer af en lang og tidskrævende forskningsproces. Jeg fristes til at sige, at der næsten er for meget videnskab i videnskabsforestillingen og for få følelser og menneskelige relationer. Jeg vil nu se nærmere på videnskaben i andre videnskabsteaterforestillinger for at se, hvordan de balancerer mellem videnskab og teater. Jeg starter med den nok mest kendte af dem alle, nemlig videnskabsteaterforestillingen *Copenhagen*.

4.5.2 Naturfagligheden i *Copenhagen*

Copenhagen, der er skrevet af den engelske forfatter Michael Frayn, er som sagt en af de mest kendte og prisbelønnede videnskabsteaterforestillinger og den er blevet opført for et stort antal publikum på teatre verden over. Omdrejningspunktet i *Copenhagen* er den kendte tyske fysiker Werner Heisenbergs besøg hos den danske fysiker Niels Bohr og hans kone Margrethe i København i 1941. Historisk set ved vi, at de to mænd havde en diskussion og brød venskabet efter besøget, men vi ved ikke hvorfor eller hvad motivet for Heisenbergs besøg var. Mange mener, at Heisenberg kom i Nazisternes ærinde for at besøge sin tidligere mentor og finde ud af, hvor langt de allierede var med at bygge atombomben, andre mener derimod, at Heisenberg besøgte Bohr for at advare ham om udviklingen i Nazi programmet, mens andre igen mener at han besøgte Bohr for at fortælle ham, at de sammen kunne stoppe arbejdet med at udvikle atombomben. Forestillingen indeholder en række overvejelser om videnskab, ansvar og etik, der blandt andet fremgår af følgende citater:

Heisenberg: “[...]I simply asked you if as a physicist one had the moral right to work on the exploitation of atomic energy?” (*Copenhagen* s.42)

Heisenberg: “Bohr, I have to know. I’m the one who has to decide! If the allies are building a bomb, what am I choosing for my country?” (*Copenhagen* s. 48)

Heisenberg: “Meanwhile you were going on from Sweden to Los Alamos”

Bohr: *"To play my small but helpful part in the deaths of a hundred thousand people"*

Margrethe: *"Niels you did nothing wrong"*

Bohr: *"Didn't I?..."(Copenhagen s.91)*

Der er således en række meget interessante og moralske dilemmaer i forestillingen. Fysikken er også til stede i forestillingen, men den bliver ikke forklaret til læseren, Bohr og Heisenberg taler indforstået om både fysikken og de forskere de kendte på det tidspunkt som også beskæftigede sig med kvantefysik. Eksempelvis lærer vi indirekte at atombomber laves ved hjælp af fission:

Bohr: *"...there's no way in the foreseeable future in which fission can be used to produce any kind of weapon"*

Margrethe: *"Then why is everyone still working on it?"*

Bohr: *"Because there is an element of magic in it....." (Copenhagen s. 21)*

Det viser sig altså, at den prisbelønnede videnskabsteaterforestillingen i virkeligheden ikke handler om videnskab og om at forklare publikum om videnskaben, men derimod om menneskerne i videnskaben, menneskelige relationer og moralske dilemmaer, som vi kender og værdsætter fra regulere teaterforestillinger. Der er videnskab i *Copenhagen*, men den er ikke skrevet for at være 'educational'.

I *Den Magiske Kugle* har de menneskelige relationer vi præsenteres for overvejende en faglig karakter. De tjener det formål at præsentere publikum for, hvordan forskningsprocesser forløber, og viden transcenderer tid i dét forskere altid anvender eller bygger videre på resultaterne fra andres forskning.

4.5.3 Naturfagligheden i *Arcadia*

Tom Stoppard har skrevet videnskabsfortællingen *Arcadia* med den unge matematikgeni Tomasina og hendes huslærer Septimus Hodge i hovedrollerne. I det følgende vil jeg præsentere nogle didaktiske sekvenser af forestillingen, hvor naturvidenskaben dominerer. Jeg vil starte med et uddrag af en monolog af huslæreren, der forklarer Tomasina om kaosteori og algoritmiske iterationer:

"You have some x- and y-equation. Any value for x gives you a value for y. So you put a dot where it's right for both x and y. Then you take the next value for x which gives you another value for y, and when you've done that a few times you join up the dots and that's your graph of whatever the equation is.... [But] what she's doing is, every time she works out a value for y, she's using that as her next value for x. And so on. Like a feedback. She's feeding the solution back into the equation, and then solving it again. Iteration, you see."

Denne gennemgang er forholdsvis ligefrem, men det bliver gradvist mere kompliceret i takt med at begreberne anvendes til at forklare eksempelvis populationsbiologi. Senere i forestillingen diskuteres begrebernes anvendelighed i det almindelige hverdagsliv og man får indtryk af at forestillingen handler mere om hvordan vi forstår og misforstår naturen end om at forklare kaosteori:

"People were talking about the end of physics. Relativity and quantum looked as if they were going to clean out the whole problem between them. A theory of everything. But they only ex-

plained the very big and the very small. The universe, the elementary particles. The ordinary-sized stuff which is our lives, the things people write poetry about—clouds—daffodils—waterfalls—and what happens in a cup of coffee when the cream goes in—these things are full of mystery, as mysterious to us as the heavens were for the Greeks. We're better at predicting events at the edge of the galaxy or inside the nucleus of an atom than whether it'll rain on auntie's garden party three Sundays from now."

Der er ikke ret mange flere sekvenser om naturvidenskab i forestillingen og til dette siger Carl Djerassi i sin artikel, der netop diskuterer hvor meget videnskab, der egentlig er i videnskabsteater (Djerassi):

"I believe that the science in Stoppard's plays – even the most didactic sequences – are there because Stoppard decided to write a play for which science concepts are useful and intellectual attractive metaphors." (s. 3)

Med andre ord, mener Carl Djerassi, at den naturvidenskab, der findes i Stoppard's videnskabsteaterforestillinger primært er medtaget for at krydre forestillingen med forførende metaforer og ikke omvendt, hvor fortællingen er den medierende faktor og bruges til at "krydre" de videnskabelige forklaringer, som det er tilfældet med *Den Magiske Kugle*. Jeg vil nu vende blikket mod et eksempel der tilhører den første kategori indenfor videnskabsteatergenren, nemlig demonstrationsforedrag og eksemplificere det med et forsøg fra Kemishow på SDU.

4.5.4 Rødkålsforsøget fra SDUs Kemishow

Jeg har kontaktet en af de erfarne performere fra SDUs kemishow, Allan K. Poulsen for at præsentere et eksempel på, hvordan Kemishow strukturerer deres forestillinger og forklarer de kemiske fænomener. I Kemishow er forsøgene det bærende element og disse er krydret med små naturvidenskabshistoriske fortællinger. Det eksempel jeg har valgt at præsentere er 'Rødkålsforsøget' hvor de på scenen trækker saft ud af kålen og anvender denne som pH-indikator. Ved hjælp af saften viser de, at der findes syrer og baser. De har altid deres kemikalier i de grønne flasker fra Borups kemi, fordi folk kender flaskerne hjemmefra og fra hylderne i supermarkedet og dermed sikrer nogle visuelle hverdagsreferencer. De bruger altid briller og handsker til forsøget og fortæller folk, at syrer og baser kan være stærke sager og at man skal passe på ifald, man får lyst til at lave forsøget derhjemme.

Allan forklarer:

Vi sætter 5 høje cylinderglass op på bordet, der hver især indeholder 2/3 vand. Vi fortæller publikum at der er noget der hedder syrer og baser, og at man kan anvende saften fra rødkål til at teste om noget f.eks. er surt eller basisk. Vi spørger publikum, "kender i noget der er surt?". Der er altid en der råber "*en citron!*", men ting som "*tæer*" og "*min mor*" er også før hørt. I tilfældet med tæerne kan man fortælle publikum, at de har ret og fortælle om det ildelugtende smørsyre.

Igennem hele showet henvender de sig til publikum med spørgsmål, der kræver enten et kort svar eller håndsoprækninger, og får dem derved involveret. Hvor det er muligt krydrer de elevernes svar med en lille fortælling som i tilfældet med de "sure tæer". Allan fortsætter:

Vi fortæller at rødkålssaft kan anvendes som pH-indikator. Altså kan fortælle om en væske er sur eller basisk. Vi kløver et helt rødkålshoved på stedet, hakker det i små stykker. I en gryde overhælder vi kålen med kogende vand. Saften fra gryden fordeles nu i de 5 cylinderglas. De bliver alle blåfarvede. I glas nummer 4 hælder vi dansk vand i, og spørger folk, hvorfor farven i glasset skifter til rødlig. Folk svarer kulsyre. Vi spørger om de kender noget der er mere surt end kulsyre - det er der ofte svar på og vi finder saltsyre frem. I glas nummer 5 tilsætter vi saltsyre og indholdet bliver helt postkasserødt. Det var syrer. Glas nummer 3 er reference.

Vi spørger om folk kender noget der er basisk. Der er ikke altid svar, men sæbe eller kalk nævnes til tider. Vi tilsætter sæbe til glas nummer 2 og indholdet farves grønt. Til slut hælder vi afløbsrens (NaOH) i glas nummer 1. Indholdet bliver helt gult. Rødkålssaft kan altså anvendes som pH-indikator, og man kan faktisk lave dette forsøg derhjemme.

Så har vi historien om rødkålsindikatoren, der faktisk indeholder vigtige personer fra dansk naturvidenskabs historiske bagland:

"I 1912 kunne man for første gang læse om forsøg med rødkålsudtræk i flere ansete tidsskrifter. Det var Ludvig Emil Walbum (1879-1943) der havde udført denne række forsøg. Han arbejdede på Statens Serum Institut, men havde en vis tilknytning til Carlsberg laboratoriet. På Carlsberg laboratoriet var Søren Peter Lauritz Sørensen direktør og selv samme person skrev i 1909 den senere berømte afhandling, hvor pH indførtes som en størrelse for en opløsnings surhedsgrad. Det var dette arbejde, der inspirerede Ludvig Emil Walbum til at gå på jagt efter en let og billig indikator, hvorved pH let kunne bestemmes. 3 år efter S. P. L. Sørensens publikation havde Walbum sin rødkålsindikator klar."

Vi fortæller, at det er en stofgruppe der hedder anthocyaniner der medfører farveskiftet. Et stof man finder mange steder i naturen. Bl.a. i blomsten Hortensia, der har farve efter jordbundens pH. Endnu vigtigere er det dog, at stoffet findes i rødvin, og man har mistanke til, at det er disse stoffer i rødvin der gør, at et glas rødvin om dagen nedsætter risikoen for visse kræfttyper.

Igen sikrer de hverdagsreferencerne med fortællingen om Hortensia og giver fortællingen en menneskelig dimension ved at referere til rødvin og sygdommen kræft. De fortsætter forsøget ved at anvende rødvin:

Vi finder yderligere to cylinderglas frem med 1/2 vand. Vi åbner en flaske rødvin på stedet, så folk kan se, at det er den ægte vare. Er det et voksent publikum, tager vi en smagsprøve. Vi tilsætter en anelse rødvin til de to cylinderglas og tilsætter afløbsrens til den ene og saltsyre til det andet og farven skifter. Så får folk syn for sagen - en naturlig pH-indikator der er ombrust af naturhistoriens vingesus og findes overalt i naturen. Samtidig kan man lave forsøgene derhjemme og de indgående kemikalier kendes af alle.

Dette eksempel viser hvordan et simpelt forsøg, ved hjælp af kendte kemikalier fra husholdningen, anvendes til at demonstrere syrer og baser. Selve forsøget er struktureret som en fortælling der udnytter den narrative striptease til at holde publikum fanget i spænding efter at finde ud af hvilket farveskift det

næste forsøg medfører og måske endda et begær efter at vide hvorfor. I fortællingen ligger der også en række små fortællinger som kan forstås uden for kontekst, som det er karakteristisk for det episke drama, der blev gennemgået under det didaktiske greb.

Under mine individuelle interviews med den 2.g klasse, der gennemførte Aktion 2, nævnte en af pigerne, at klassen ved juletid havde overværet et kemishow, hvilket resulterede i denne lille dialog:

Stinne: *"Kemishow. Var det noget I lærte noget af?"*

Britta²: *"Jeg tror bare det var lidt for sjov."*

Stinne: *"Er det noget I har snakket om, når I selv har stået i laboratoriet? Bliver der refereret til det?"*

Britta: *"Ja, sådan: "det var da fedt at prøve det der" [...] altså når vi snakkede om det, så var det bare sådan, nej det var en skam vi ikke må lave den der, for det ville da bare være sjovt at prøve de forsøg selv."*

Det lader altså til, at Britta mest har oplevet showet som sjovt frem for lærerigt, men ikke desto mindre har oplevelsen affødt en dialog omkring forsøgene og en lyst til at prøve forsøgene selv, til at deltage i fortællingen. Det lader til, at Kemishowet har formået at fange elevernes interesse³ ved hjælp af overraskende forsøg, fortællinger, hverdagsreferencer publikum kan relatere til og 'seductive details'. At skabe interesse er netop målet med Kemishow, der skriver følgende på deres hjemmeside: "Kemishow har til formål at fremme interessen for kemi og naturvidenskab som helhed" (<http://www.kemishow.sdu.dk/-generelt.html>). Det fremgår af den ovenstående gennemgang af rødkålsforsøget, hvordan Kemishow didaktiserer deres forsøg og anvender mange af de dramaturgiske og didaktiske virkemidler som jeg beskriver under det dramaturgiske og didaktiske greb i min analyse af *Den Magiske Kugle*. I Kemishow finder man en stor mængde videnskab, men der er også masser af show og det er tilbøjeligt til at overskygge videnskaben, så publikum går derfra med mindet om en god oplevelse, der dog er svær at fortælle om. I den forbindelse skal vi huske på, at hovedmålet med Kemishow er at skabe interesse og ikke læring, selvom de indretter sig efter målgruppen og gør deres shows mere 'educational' når de optræder for skoler og gymnasier – ligesom Fysik og lasershowet fra Lunds Universitet.

4.5.5 Videnskaben i videnskabsfortællinger

Carl Djerassi, er Professor Emeritus i kemi og har skrevet en lang række videnskabsfortællinger, både til teatret og som noveller og er i øvrigt manden bag opfindelsen af p-pillen i 1951. Carl Djerassi har skrevet en artikel, der behandler problematikken om, hvor meget videnskab, der skal være i videnskabsteater for at den er berettiget til at kalde sig det. Djerassi skriver følgende om videnskabsteatergenren i sin artikel:

² I Kapitel 7 introduceres de elever der medvirkede i de individuelle interviews, herunder Britta, som er et alias for at sikre elevernes anonymitet.

³ Teorier om hvordan man fanger en interesse vil blive gennemgået i Kapitel 5.

“For me, the most important characteristic of “science-in-fiction (in contrast to science fiction) is that all the science and behavior of scientists described in it is impeccable accurate or at least plausible. Why should that be important? I want to use fiction to smuggle scientific facts into the consciousness of a scientifically illiterate public – a pedagogic activity I consider intellectually and socially beneficial, because the majority of scientifically untrained persons are afraid of science. But for pedagogic purposes, accuracy and plausibility are essential. The moment many scientifically illiterate persons learn that some scientific facts are about to be sprung on them, they raise a mental shield. It is those people – the ascientific or even the antiscientific – that I wanted to touch through the medium of fiction”

Han når til en definition af videnskabsteater ved at referere til at:

Quintus Horatius Flaccus said some 2000 years ago in his Ars Poetica: “Lectorem delectando pariterque monendo” [delighting the reader at the same time as instructing him].

Med andre ord er det vigtigste for ham, at videnskabsforestillinger indeholder autentisk videnskab og videnskabelige forklaringer, at publikum går klogere derfra, og at det smugles ind ved hjælp af den gode historie. Jeg vil gerne tilslutte mig denne holdning til videnskabsteatergenren, men jeg mener dog at videnskabsteater kan og bør være til alle, også de elever der allerede har ”bekendt” sig til naturvidenskaben. Et eksempel på en videnskabsfortælling, der både er underholdende og uddannende er Robert Gilmores bog *Alice in Quantumland*. Alice er en teenager, der en dag falder gennem skærmen på sit fjernsyn og pludselig befinder sig i *Quantumland*. På mange måder er fortællingen en parafrase over Lewis Carrolls Alice i Eventyrland. I *Quantumland* møder Alice en række usædvanlige karakterer, der demonstrerer de grundlæggende begreber i kvantefysikken for hende.

Den første hun møder i *Quantumland* er en spin-up elektron⁴, der forsøger at forklare hende egenskaberne for *Quantumland* såsom at to helt ens elektroner ikke kan dele kupé i et fotonbølge-tog. Hun møder også elektroner, hvis positioner er usikre medmindre de bevæger sig hurtigt og besøger Heisenberg-banken og oplever partikler få kortforrentede energilån, og snakker med usikkerhedskasseren, der ikke kan få afstemt sine bøger på grund af fluktuationer i energien.

Carl Djerassi har i de senere år udviklet en variant af videnskabsteatret til gymnasieelever, for at optimere, at publikum bliver ”instructed” som han kalder det, der består af en række pædagogiske wordplays, heriblandt *ICSI*, som er skrevet til klasseundervisning og skal opføres af to elever, der læser hver deres stemme. *ICSI* står for intracytoplasmisk sperm injektion, den ultimative form for kunstig befrugtning hvor sædcellen under mikroskop hjælpes helt ind i ægget. Der er to stemmer, den ene er forskeren og den anden er en ung værtinde (Youngblood) på et live tv-program. I dette uddrag taler de om udsendelsen kort før start:

Youngblood: *So what’s the problem?*

⁴ Elektronen kan opfattes som en lille snurretop, som hvis den drejer mod uret, siges at have spin-up og hvis den drejer med uret har spin-down.

- Scientist: *Problem? I have no problem. I just want to be sure your producer informed you that I'd be willing to discuss ICSI issues, provided you're prepared to listen also to the science behind ICSI. And for that, I need slides.*
- Youngblood (Conciliatory): *I have no problem with the science. But why slides? Why not just tell us—not just me, but our public?*
- Scientist (Curt): *We scientists like pictures. Besides, they save time.*
- Youngblood: *Let me worry about time on this program.*
- Scientist (Slyly): *Ms. Youngblood. Do you know what an acrosome is?*
- Youngblood: *Spell it.*
- Scientist (Spells it slowly): *A C R O S O M E. So what's an acrosome?*
- Youngblood (Unsure): *You tell us.*
- Scientist (Openly pleased): *Now—before the program starts—could you quickly have them project my first slide?*
- Youngblood (Dismissive shrug, then points to invisible cameraman): *Lou! Give us the first slide. But make it snappy. (Figure 1, showing stylized picture of a sperm, appears on screen).*
- Scientist: *Now then. I am prepared to offer odds, that of the four words on the right side of the image, at least two are unfamiliar to you. I would offer even bigger odds that the two words are "mitochondria" and "acrosome" and that even spelling them won't help. Right?*
- Youngblood: *We don't gamble on this program. But go on.*
- Scientist: *The "mitochondria" are the engine and the fuel tank that power our sperm. The acrosome, shown here in orange on the very tip of the sperm, houses the explosive—actually a group of enzymes—that will permit penetration of the egg's protective shell. Remember, the sperm has to get inside the egg to effect fertilization. If you don't know how that happens, ICSI won't make much sense. (Pauses, while looking first at Youngblood and then at sperm image). The term 'acrosome' is unfamiliar to most men, yet it ought to be as much an every-day word as "uterus" is to you and most women. During your program, I hope to be able to show you why. Only then will I participate in your dissection. (Again pauses, while looking at Youngblood). Is that a deal? I'm ready for your issues, if you're ready for the science.*

Dette pædagogiske wordplay har til formål at lære eleverne, ikke blot, hvad acrosomer er, men også om de biokemiske processer omkring kunstig befrugtning. Samtidig introduceres de til, hvordan medierne og forskerne anvender hver deres repræsentationsform til at præsentere naturvidenskaben for alminde-

lige mennesker, og Djerassi lader denne lille konflikt imellem forskeren og TV-værtinden være krydderiet i fortællingen.

Med sine ordspil tager Carl Djerassi teaterformen, dialogen og fortællingen og overfører den til klasselokalet og aktiverer i samme ombæring eleverne, om ikke andet, så de to oplæsere. Denne pædagogiske applikation af videnskabsteater er særligt populær i Tyskland, hvor forlaget Deutscher Theaterverlag har valgt at satse på foreløbigt to af Carl Djerassis wordplays på indtil flere sprog. Dette kunne meget vel blive den *sjette* kategori indenfor videnskabsteater, der således får eleverne involveret 'online', mens de forankringsaktioner jeg har udviklet i relation til *Den Magiske Kugle* aktiverer eleverne 'offline'.

4.5.6 Afrunding af det faglige greb

Disse mange eksempler har ikke alene vist, at videnskabsteater og videnskabsfortællinger er en formidlingsgenre, der er meget populær i disse år, de viser også den store bredde, der er både i stil, videnskabelige emner og videnskabelighed. Med inspiration fra Carl Djerassi vil jeg angive to faktorer, der skal være til stede i en videnskabsfortælling, hvad enten det er en bog, en teaterforestilling, et show eller et ordspil, for at den er berettiget til at kalde sig en ægte videnskabsfortælling:

1. Fortællingen skal beskrive sandfærdig eller plausibel videnskab og videnskabelig opførsel
2. Plottet og rationalet skal basere sig på forskere og deres forskning

Det spørgsmål der så trænger sig på er, hvorvidt videnskaben i videnskabsteatret skal didaktiseres, så forestillingen bliver "educational". Svaret på spørgsmålet er, at det afhænger af målgruppen og deres almene naturvidenskabelige dannelse. Det er næppe interessant at se en videnskabsteaterforestilling, hvis man ikke forstår ret meget af den videnskab hele plottet i fortællingen er baseret på. Men forklaringerne af de videnskabelige termer skal ikke overskygge fortællingen, der skal være balance i det. Hvis målgruppen er gymnasieelever, som er den modtagergruppe jeg har arbejdet med, skal forestillingen være "educational" og der er flere begrundelser for det. Den vigtigste begrundelse er at det, som allerede nævnt, ikke er interessant at se en fortælling man ikke forstår, og slet ikke hvis den bekræfter at man ikke evner at forstå naturvidenskaben. For det andet vil gymnasieelever sjældent vælge at modtage en videnskabsfortælling i deres fritid, men ofte i en gymnasialsammenhæng, hvorfor læreren har et ønske om at oplevelsen er både "educational" og har et videnskabeligt indhold og eleverne også forventer det.

I forhold til at anvende videnskabsfortællinger som naturfagsindsatser for at fremme interessen for naturvidenskab, skal fortællingen først og fremmest opfylde de to ovennævnte faktorer, da det er vigtigt, at den netop omhandler naturvidenskab, så interessen stiles mod det intendede. Dernæst er målgruppen for naturfagsindsatser folkeskole- og gymnasieelever, hvorfor den af ovenstående årsager skal være "educational".

Men det er ikke nok, at en videnskabsfortælling opfylder kravene til at være en ægte og "educational" videnskabsfortælling – den skal også have *interestingness*, hvis den skal anvendes som naturfagsindsats. Jeg vil i slutningen af afhandlingen redegøre for *Den Magiske Kugles interestingness* ved at inddrage min analyse af videnskabsfortællingen i dette kapitel og resultaterne af mine undersøgelser af elevernes modtagelse af forestillingen i kapitel 8.

4.6 Sammenfatning af kapitlet

I dette kapitel har jeg udfoldet videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*. Jeg har beskrevet forestillingens handling, de medvirkende forskere og instruktøren og har analyseret en transskription af forestillingen. Ved hjælp af denne har jeg taget tre greb på forestillingen: Et dramaturgisk greb, der har vist, at forestillingen strukturelt er opbygget som en fortælling med plotpunkter og anvender narrative snares (bevidst udeladelse af information) for at holde publikum fanget i fortællingen. Performerne er rigtige forskere, der spiller deres egen rolle *som* forskere, men deres personligheder træder kun sjældent frem. Af visuelle virkemidler anvendes scenografi, lyd, musik samt visualiseringer af den magiske kugles dannelse og funktion når den er på jagt efter kræftceller via en rutsjebanetur i blodbanen.

I det didaktiske greb så vi, at fortællingen af *Den Magiske Kugle* er en didaktisering af en mangeårig forskningsproces, hvor performerne jonglerer med en lang række faglige termer og naturvidenskabelige processer, der beskrives og forklares ved at anvende metaforer, hverdagsreferencer, rekvisitter og få, men flotte visualiseringer på skærmen. *Den Magiske kugle* placerer sig niveaumæssigt et sted imellem hverdagsforståelser og naturvidenskabelig forskning, i et vanskeligt forsøg på at finde en balance så publikum kan internalisere den nye information fra forestillingen i deres tidligere viden.

I det faglige greb undersøgte jeg fagligheden i *Den Magiske Kugle* og viste, at forestillingen kvalificerer sig som videnskabsfortælling, da den er baseret på en sandfærdig historie og plottet relateres til viden-skaben i fortællingen.

Resultaterne fra dette kapitel vil blive inddraget i analysen af *Den Magiske Kugles interestingness*, der udfoldes i kapitel 9.

5

Interesse, narrativer og erkendelse

Hvilke erkendelsesmekanismer sættes i gang, når man modtager en fortælling? Hvad skal der til for at skabe en interesse? Og hvad er narrativ reception?

The narratives of the world are numberless. Narrative is first and foremost a prodigious variety of genres, themselves distributed amongst different substances – as though any material were fit to receive man's stories. Able to be carried by articulated language, spoken or written, fixed or moving images, gestures, and the ordered mixture of all these substances; narrative is present in myth, legend, fable, tale, novella, epic, history, tragedy, drama, comedy, mime, painting . . . stained glass windows, cinema, comics, news item, conversation. Moreover, under this almost infinite diversity of forms, narrative is present in every age, in every place, in every society; it begins with the very history of mankind and there nowhere is nor has been a people without narrative. All classes, all human groups, have their narratives, enjoyment of which is very often shared by men with different, even opposing, cultural backgrounds. Caring nothing for the division between good and bad literature, narrative is international, transhistorical, transcultural: it is simply there, like life itself. (Roland Barthes, 1977 s.79)

5.1 Introduktion til kapitlet

De seneste år er narrativer blevet et vigtigt forskningsområde indenfor en række discipliner såsom sociologi, lingvistik, psykologi og antropologi. Narrativer betragtes ikke blot som strukturerede fortællinger om fortidens oplevelser, der dermed "ejes" af fortælleren. Forskningen indenfor narrativer betragter selve konstruktionen af narrativer som en interaktiv begivenhed, der hænger sammen med den kommunikative kontekst, hvori den skabes. Narrativer betragtes også som et centralt redskab, som mennesker bruger til dels at give oplevelser mening, dels til at iscenesætte og fastholde os selv som personer

ved at fortælle andre om vores handlinger og oplevelser, dels til at skabe sammenhæng mellem det, der skete engang, og den aktuelle situation og endelig til at skabe sammenhæng og identitet; både som individer og som grupper. Fortællinger er således en vigtig kommunikativ og social resurse, uanset i hvilke sammenhænge de fortælles (Kjærbeck, 2004). Peter Brooks kalder ligefrem fortællingen for et af de store forståelsessystemer (Brooks, 1984).

Jerome Bruner har de seneste år forsket i hvad vi *gør*, når vi fortæller en historie, og *hvorfor* narrativer har den magt, de har. Der ligger nemlig en enorm magt i at kunne fortælle en fængende historie, eksempelvis i en retssal. For fortællinger er ikke uskyldige, der er altid et budskab, og ofte er budskabet skjult i historien, og selv fortælleren ved ikke nødvendigvis, hvilket budskab der ligger gemt. Budskabet i mange fortællinger er ofte normativt, og det har tilsyneladende været en folkevisdom at det er bedst at skjule normative budskaber implicit i en fortælling frem for at risikere åben konfrontation (Bruner, 2002). Eksempler på sådanne normative budskaber findes i H.C. Andersens *Den lille pige med svovlstikkerne*, Brødrene Grimms *Den lille Rødhætte og ulven* og, ifølge Freud, i *Ødipusmyten*.

Forskning i narrativer kan, og har, taget mange retninger, og aktuel forskning indenfor narrativer afspejler dette, som det fremgår af følgende udpluk af forskningen indenfor narrativer: narrativer og intelligens (Schank, 1990), fortællinger til strategisk udvikling af organisationers branding (Rosholm & Højbjerg, 2004), fortællinger til konfliktløsning (Pedersen, 2004), selvfortællinger i samtaleterapi og genforhandling og rekonfigurering af sammenhængen mellem fortid, nutid og fremtid (Horsdal, 2004), historier som meningskonstruerende kommunikationsform (Søderberg, 2004), læring med fortællingen som omdrejningspunkt (Mott *et al.* 1999) og hvordan fortællinger perciperes af modtageren, og hvilken effekt fortællinger kan have "online", mens de modtages, og "offline", efter de er blevet bearbejdet af modtageren – enten bevidst eller ubevidst (Green, 2002).

Det er denne sidstnævnte gren af forskningen indenfor narrativer, jeg beskæftiger mig med: hvilken påvirkning narrativer har på modtagerens erkendelse, og hvordan narrativer kan fastholde modtageren i en tilstand af interesse. I forbindelse med *Den Magiske Kugle* er det således elevernes påvirkning af og erkendelse gennem det, *at blive fortalt*, jeg undersøger. Jeg kalder det *narrativ reception*. Begrebet er inspireret af receptionsforskningen indenfor massemedier. Receptionsforskningen forstår sig selv som helheds- og procesorienteret og hermed menes at tilegnelsen af medieindholdet, principielt må ses og forstås, i forhold til modtagerens hele livssituation (altså et kompleks af økonomiske og sociale forhold, erfaringsverden, livshistorie, psykisk disposition osv.) – samt i forhold til den situation, som receptionen konkret foregår i." (Jensen & Pittelkow, 1986, s.10).

Receptionsforskningen er et opgør med den traditionelle massemedieforskning, som var interesseret i hvordan informationen, budskabet, nåede frem til modtageren. Det var dermed afsenderens intentioner og teksten, der var i centrum og hensigten var at lære, hvordan man kunne bruge de formidlende faktorer, så kommunikationen kunne blive mest effektiv. Forskningen byggede på en forestilling om, at kommunikation og påvirkning var et Stimulus, der påvirkede en Organisme som medførte en Respons. Denne S-O-R model var udtryk for en temmelig endimensionel opfattelse af kommunikationsprocessen, da det viste sig, at man ikke kunne påvise en *direkte* virkning af et medie, da mediet snarere indgår i et

netværk af formidlende faktorer, der alle sammen påvirker en proces hos modtageren (Ingemann, 2004).

Receptionsforskningen sætter modtageren i centrum, og det er brugen af kommunikationsproduktet der undersøges. Receptionsforskningen erkender, at modtagerne af kommunikationsprodukter er selektive. De er for eksempel selektive i forhold til modtagelsen; hvorvidt de vælger at modtage kommunikationen, vælger at tage ind til teatret og modtage forestillingen. I min undersøgelse var der eksempelvis en enkelt klasse, der selv tog initiativ til at tage i teatret, mens det var læreren, der gav eleverne valget om at modtage forestillingen i de andre tilfælde. Hvor stor en grad af frivillighed der lå i dette valg, har jeg ikke undersøgt; men det er min opfattelse, at de fleste elever er interesserede i at modtage en oplevelse af en anden karakter end den almindelige undervisning. Modtagere er også selektive i udvælgelsen af den information de modtager, hvilket afhænger af modtagerens *behov*. Modtageren kan have et konkret *behov*, for eksempel i forhold til en opgave i gymnasiet, eller et *behov* for almen orientering eller for at få stimuleret sin interesse for emnet. Endelig opfatter modtageren informationen selektivt. Modtageren kan bearbejde informationen lidt eller meget. Informationen kan tolkes i overensstemmelse med afsenderens intentioner eller imod dem, alt afhængig af modtagerens interesse for emnet, samt forhåndsviden og holdninger til emnet.

Narrativ reception er et begreb, der både rummer interesse og erkendelse i forbindelse med modtagelsen af et kommunikationsprodukt, der er struktureret som en fortælling. Jeg vil igennem kapitlet løbende bygge mening på begrebet, for i slutningen af kapitlet at kunne udfolde *narrativ reception* som mit analytiske redskab. Det er modtageren, der er i centrum i den *narrative receptionsanalyse*, og jeg forholder mig således primært til modtagerens modtagelse af fortællingen og ikke til interaktionen mellem modtageren og fortælleren. Jeg tilslutter mig dog forestillingen om, at narrativer er en interaktiv begivenhed, også i tilfældet med *Den Magiske Kugle*, eftersom performerne og instruktøren har haft en bestemt målgruppe i tankerne, da de konstruerede fortællingen; nemlig den almene befolkning og elever på ungdomsuddannelserne, hvilket er gennemgået i detaljer i kapitel 4. En anden målgruppe havde sandsynligvis modtaget en anden fortælling.

5.2 Narrativer som erkendelsesmekanisme

Narrativ erkendelse kan ses som menneskets stræben efter at skabe mening i sin omverden. I kraft af særlige former for kognitiv organisering strukturerer vi virkeligheden narrativt og ordner dermed dens bestanddele i meningsfulde sammenhænge.

Bruner skelner mellem to måder, hvorpå menneskets forstand organiserer og finder meningen i oplevelser. Den første er den *paradigmatiske*, som baserer sig på fornuften, den anden måde er den *narrative*, som beskæftiger sig med dannelsen af fortællinger (Bruner, 1986). Disse to måder at tænke på fremstiller verden på forskellig vis. Den ene producerer logisk argumentation med sandheden som sit mål, mens den anden er drevet af fantasien og producerer fortællinger, fængende dramaer, primitive myter og ritualer, hvis mål er troværdighed. Det narrative er altid situeret i den konkrete verden, i det konkrete hverdagsliv (Dupont, 2007). Med inspiration fra Vygotsky når Bruner frem til, at virkeligheden tilhører to sfærer; den naturlige og den sociale, hvor den første er den paradigmatiske måde at tænke på, den na-

turvidenskabelige, og den anden er den narrative, den humanistiske. Bruner mener, at vi med kognitionsvidenskaben har udviklet sofistikerede analyser af den paradigmatisk tænkemåde, mens det vi ved om den narrative måde at tænke på er begrænset. I sin artikel "The Narrative Construct of Reality" (1991) arbejder Bruner netop med, hvordan bevidstheden anvender narrativer som et redskab til at konstruere virkeligheden.

Ifølge Bruner kan narrativer ikke give os indsigt i kausalsammenhænge, men derimod kan de give os basis for at fortolke, hvorfor der sker det der sker. Fortolkning af narrativer handler altså om at finde meningen med det der sker, og ikke kun det der forårsager handlingen.

Bruner taler om "hermeneutic composability", hvormed han mener, at der er en tekst eller noget analogt til en tekst, hvorigennem nogen har forsøgt at udtrykke en mening, og hvorefter andre prøver at ekstrapolere mening. Der er altså forskel på, hvad teksten udtrykker, og hvad der bliver opfattet. Drivkraften i den hermeneutiske cirkel er, at de enkelte dele i en tekst ikke kan forstås udenfor tekstens sammenhæng, og at sammenhængen ikke kan forstås uden at forstå de komponenter, hvorefter teksten er opbygget: *For a story can only be "realized" when its parts and whole can, as it were, be made to live together* (The Narrative Construct of Reality, Bruner, 1991, s. 8). Ifølge Bruner afhænger historiefortælling, og forståelse af sådanne som en fortælling, af menneskets evne til at håndtere viden på denne hermeneutisk fortolkende måde.

Roger Schank argumenterer for, at intelligens hænger nøje sammen med menneskers evne til at genkalde sig historier og enten fortælle dem eller genkende nye problemer som varianter af et gammelt problem, man allerede har løst (Schank, 1990). I forlængelse af dette afhænger intelligens således af, hvor godt vi strukturerer lagringen af tidligere oplevelser, da genkaldelsen afhænger af dette. Jo bedre man er til at organisere lagringen af ens oplevelser i fortællinger, des nemmere er det at genkalde sig dem. Disse lagrings- og genkaldelsesprocesser er ubevidste handlinger i modsætning til den måde hvorpå vi tænker på en oplevelse, og fortæller om den. Schank mener, at den proces hvorved vi afsøger hukommelsen for lignende fortællinger, er en intelligent proces. Denne erkendelse har ligefrem betydet, at forskningen indenfor kunstig intelligens har rettet blikket mod disse narrative processer (Mott *et al.* 1999; Schank, 1990).

Når det tilsyneladende er menneskets natur at omdanne vores oplevelser til fortællinger, er det nærliggende at formode, at en oplevelse, uanset hvilken karakter den har, er lettere at bearbejde, forstå og genkalde, hvis den allerede er en fortælling som det netop er tilfældet med naturvidenskaben, hvorefter der fortælles i *Den Magiske Kugle*. Denne opfattelse at narrativer har en privilegeret status i forhold til andre diskurser, argumenteres der for af Graesser, Olde og Klettke (2002, s.229):

"The situations and episodes in narrative have a close correspondence to everyday experiences, so the comprehension mechanisms are much more natural than those recruited during the comprehension of other discourse genres such as argumentation, expository text, and logic reasoning."

Narrativ reception er dermed en naturlig proces for os mennesker, der består i at afsøge hukommelsen for lignende fortællinger og lagre de nye informationer i relation til tidligere viden.

5.2.1 Situationsmodel i narrativ betydningsdannelse

Den gren af diskurspsykologien der beskæftiger sig med forståelse og fortolkning af tekster har udviklet en konstruktivistisk model for narrativ betydningsdannelse, som kaldes Situationsmodellen.

Forfatterne af modellen har den opfattelse, at de forudsigelser der ligger i den kan overføres til narrativer i alle former, hvad enten det er fra radio, TV, film, teater eller historiefortællinger (Graesser, Olde & Klettke, 2002). Teorien kan være anvendelig i mit arbejde med at analysere elevernes narrative reception af *Den Magiske Kugle*, og jeg har derfor valgt at inddrage den i dette kapitel. I det følgende bliver *læser* og *tekst* hovedsageligt anvendt som betegnelse for modtageren og mediet. Disse betegnelser skal betragtes som overbegreber for henholdsvis modtageren af en fortælling og midlet, hvormed fortællingen videregives.

Situationsmodellen bygger på de antagelser, der indgår i meningssøgningsprincippet "search-after-meaning" (Graesser, Singer & Trabasso, 1994). Der indgår tre kritiske antagelser i princippet. Den første er, at læseren fortolker teksten afhængig af formålet med at læse teksten. Hvis formålet for eksempel er at læse korrektur på teksten, læser man den med andre øjne, end hvis formålet var at blive underholdt af den. Den anden antagelse er, at læseren forsøger at skabe mening med fortællingen både lokalt og globalt, og den tredje antagelse er, at læseren forsøger at forklare, hvorfor begivenheder, hændelser og tilstande nævnes i teksten. Læseren bruger sine egne hverdagsteorier om psykologi og årsagssammenhænge til at forklare, hvorfor personerne føler som de gør, hvorfor begivenhederne finder sted og sågar, hvorfor forfatteren har valgt at medtage bestemte hændelser i fortællingen. Den konstruktivistiske teori, og de fleste teorier indenfor narrativ diskurspsykologi mener, at læseren fortolker teksten og drager følgeslutninger under læsningen af teksten i forhold til læserens grundlæggende trosforestillinger om hverdagslivet. Situationsmodellerne bliver læserens repræsentation af den verden, der beskrives i fortællingen. Dette bevirker, at de betydningsdannelser læseren udarbejder i løbet af tekstlæsningen rækker videre end indholdet i det der står eksplicit i teksten. Det vil altså sige at det, der står eksplicit i teksten stimulerer læseren til at drage følgeslutninger i henhold til læserens eksisterende viden Graesser *et al.* (1994). Dette kaldes i receptionsforskningen for læserens *erfaringshorisont* (Ingemann, 2004).

Denne omverdensforståelse, som læseren anvender i sin betydningsdannelse, bunder i læserens kulturelle baggrund, livserfaringer og tidligere oplevelser med andre narrativer og andre former for kommunikationsprodukter. Omverdensforståelsen udstyrer en person med nogle skemaer, skemata, som er mentale repræsentationer af stereotypiske situationer (Zwaan *et al.* 1995). Skemaerne giver en bestemt forventning om, hvordan forløbet vil være i givne situationer. Skemaerne kan indgå i en sekvens af skemaer, og de kommer derved til at udgøre såkaldte *scripts*. *Scripts* gør det nemmere at begå sig i verden, da det giver overskud til kun at forholde sig til de ting, der afviger fra det *script* man kender (Schank, 1990).

Jerome Bruner fremstiller disse grundlæggende trosforestillinger med et eksempel fra et besøg på et posthus. Når vi kommer ind på et posthus opfører vi os "posthusagtigt". Folk opfører sig i henhold til den situation de befinder sig i – forventeligt, fastlagt og fastholdt i faste skemaer (Dupont, 2007) og lever dermed op til hverdagens kommunikationsform. Men; hvis der pludselig er en, der afviger fra denne opførsel, kommer ind på posthuset og råber, mens han eller hun vifter med et flag, er der sket en æn-

dring i den almindelige posthusadfærd. Denne oplevelse giver anledning til, at der bliver produceret en række fortællinger for at forklare hændelsen.

På denne måde tvinges vi mennesker til, og som Søren Dupont (2007, s.102) skriver, ofte med glæde og fornøjelse (s.102), at give vores hverdagsliv ny narrativ mening. Fortællingen er med til at understøtte, at vi mennesker kan forhandle og genforhandle mening, kan tilskrive mening til nye hændelser sammen med andre mennesker, hvorved skemata ændres. På den måde er fortællingen en yderst magtfuld kommunikationsform mellem mennesker; men fortællingen er også med til at mildne virkeligheden, fordi fortællingen er med til at genoprette ro.

Man kan skelne mellem tre typer af *scripts*: Instrumentelle scripts, der siger noget om, hvordan man udfører bestemte handlinger i en bestemt rækkefølge. Personlige scripts, der handler om, at bestemte persontyper opfører sig på bestemte måder og de situationelle scripts, som for eksempel det at være på posthuset eller ved tandlægen. Disse *scripts* gør det lettere for os at forstå andre lignende handlingsforløb eller situationer. Det er særligt de personlige og situationelle scripts, der er centrale i forbindelse med receptionen af en fortælling, da disse er nødvendige for indlevelse i såvel personer som begivenheder (Graesser, Singer & Trabasso, 1994).

Målet med Graessers konstruktivistiske teori er at udspecificere de fortolkninger af en tekst, der beror på ens viden, og som automatisk aktiveres og ligger indkodet i den betydningsdannende proces, der sættes i gang, når man læser en historie og man opbygger situationsmodeller ved hjælp af ens personlige skemata (Zwaan & Radvansky, 1998).

I forbindelse med *Den Magiske Kugle* er det af særlig interesse, hvordan eleverne forholder sig til teater, der ikke opfører sig "teateragtigt" fordi det er videnskabsteater, forskere, der ikke opfører sig "forskeragtigt" fordi de står på en scene og ligner almindelige mennesker, og fysik, der ikke opfører sig "fysikagtigt" fordi det handler om cellemembraner og udviklingen af en mulig kur mod kræft. Netop disse brud med konventionerne har vist sig at have stor indflydelse på elevernes modtagelse af forestillingen – et aspekt jeg vil komme nærmere ind på i Kapitel 8.

Under modtagelsen af videnskabsfortællingen *Den Magiske Kugle* skal eleverne håndtere en justering af deres scripts, og de bliver således kognitivt udfordret med de nye indtryk. Samtidig skal de håndtere den situation, at de muligvis ikke modtager det, de forventer; hverken af teatret, forskerne eller fysikken, hvilket kan resultere i affektive reaktioner af enten positiv eller negativ karakter. Det kunne eksempelvis være "befriende" at opleve fysikken i meningsfyldt samspil med andre fag, hvorimod det kan være "frustrerende" ikke at modtage en traditionel teaterforestilling, når man forventer det. Dette betegnes som læserens *forventningshorisont* i receptionsforskningen, og justeringen af ens scripts kaldes for *horisontændring* (Ingeman, 2004). *Narrativ reception* rummer således både modtagerens erfaringshorisont og forventningshorisont og disses horisontændringer gennem kognitive og affektive processer.

Ifølge Zwaan, Madden & Stanfield (1996) danner man situationsmodeller i forhold til hændelserne i en fortælling i fem dimensioner: tid, rum, hovedpersoner, kausalitet og intentionalitet. Graesser, Olde og Klettke (2002, s. 234) beskriver situationsmodellen på følgende måde: "The situation model is the mental microworld of what the story is about". De fem dimensioner i situationsmodellen skal forstås på den

måde, at når læseren præsenteres for en begivenhed i en fortælling, integreres disse begivenheder i fem dimensioner; en tidsdimension (siger noget om, hvornår begivenheden fandt sted, hvor længe den varer og i hvilken kronologi), en omgivelsesdimension (i hvilke omgivelser befinder personerne sig), en persondimension, (de medvirkende i begivenheden og hvad vi ved om dem), en årsagsdimension (årsagssammenhængen i forhold til tidligere begivenheder) og en måldimension (det mål hovedpersonen arbejder hen imod).

I takt med at læseren modtager ny information, må de fem dimensioner justeres. Eksempelvis må omgivelsesdimensionen justeres, hvis den næste begivenhed finder sted i andre omgivelser, og hvis der sker noget, der ændrer målet hovedpersonen stræber efter at nå, skal intentionaliteten, måldimensionen, i situationsmodellen opdateres. Jo flere opdateringer hver scene kræver, des mere udfordrende er det for læseren at følge med i handlingen (Review over litteratur om situationsmodellen kan blandt andet findes i Graesser, Millis og Zwaan (1997) og Graesser, Singer and Trabasso (1994)).

Den måde *Den Magiske Kugle* er opført på, stiller store krav til publikums evne til at visualisere det, der fortælles af performerne. Vi bliver kun i ringe grad mødt med egentlige billeder eller modeller af de mekanismer, der fortælles om, og dermed er meget af fortællingen sammenlignelig med en tekst vi læser, som via metaforer og andre sproglige billeder og beskrivelser hjælper os med at visualisere omgivelserne og begivenhederne. Eksempelvis ser vi aldrig strukturen af et phosphorlipid, eller hvordan de polymerer, der sættes på liposomet for at kamouflere det fra immunsystemet, sidder og "udforsker rummet". Disse billeder skal eleverne selv danne, hvilket de kan gøre ved at anvende det, man kan kalde deres visualiseringskompetence sammen med deres grundlæggende trosforestillinger, hvad enten de er rigtige eller forkerte, om eksempelvis strukturen af kemiske stoffer.

Man kunne anvende denne situationsmodel på forestillingen ved at beskrive en meta-situationsmodel, som er det der foregår på scenen her og nu, det publikum ser og oplever i det virkelige rum. Tiden er her og nu – rummet er det sceniske univers – der er tre hovedpersoner på scenen – årsagen til at de står på scenen er, at de skal formidle processen bag udviklingen af magiske kugler, hvilket dermed er målet. Denne situationsmodel ændrer sig ikke i løbet af forestillingen. Derimod bidrager det, performerne fortæller publikum, til deres individuelle konstruktion af en situationsmodel. I *Den Magiske Kugle* kræver omgivelsesdimensionen konstant justering, da hvert forløb i handlingen beretter om en ny struktur, en ny proces eller et nyt eksperiment, der skal visualiseres. Samtidig sker der ændringer i årsagsdimensionen og måldimensionen i takt med, at nye forhindringer på vejen mod det overordnede mål, at skabe de magiske kugler, dukker op.

Publikums evne til at danne situationsmodeller, og foretage justeringer af disse, afhænger altså af deres tidligere erfaringer med lignende input. Ved at følge de scripts og skemaer situationsmodellen er opbygget af, kan man "gætte" sig frem eller forudsige næste justering, før den finder sted. Hvis man uden problemer kan gætte sig til handlingen, begynder man hurtigt at kede sig, og hvis det kognitive load (forholdet mellem det modtageren kan kapere og det faktuelle indhold) i fortællingen er for stor, så man ikke kan "bygge bro" imellem ens skemata og det man oplever, mister man interessen. Det er således en hård balance at finde dette niveau, hvor publikum "næsten forstår" som instruktøren kalder det (jf. Kapitel 4).

Tiden i en fortælling kan være særligt udfordrende, når man skal danne sin situationsmodel, da fortællingens kronologi sjældent er den samme som den virkelige kronologi, hvorved man ikke kan anvende ens omfattende erfaring med begivenhedsforløb fra ens virkelige liv (Zwaan et al. 2001). Hvis der springes meget i tiden, er man mere tilbøjelig til at miste overblikket over handlingen, medmindre man har stor erfaring med at forstå tidsdimensionen i tilsvarende fortællinger. En anden mulighed er, at hvis fortællingens aktionskausalitet, det vil sige de forhold i en handling, der leder videre til næste handling er fjernt fra det handlemønster, man er bekendt med fra andre fortællinger, bliver det svært at forudsige næste trin og dermed svært at justere situationsmodellens årsagsdimension (Zwaan, 1995).

Flere af disse problematikker kan have indflydelse på publikums oplevelse af *Den Magiske Kugle*. For det første foregår den i et forskningsunivers, som publikum ikke er bekendt med. For det andet er der ofte spring i tiden, der dog ofte består af dokumentariske indslag på skærmen, hvilket hjælper publikum til ubevidst at indse tidsspringet. Men der er også spring i kronologien, hvilket instruktøren har lavet for at opbygge spændingen, som det blev undersøgt i Kapitel 4 under det *narrative greb*. Disse spring kan forvirre publikum, og i et forsøg på at give publikum overblikket tilbage opsummeres handlingen flere gange i løbet af forestillingen. Risikoen ved dette er, at publikum føler, at performerne gentager sig selv. Men til gengæld kan det også være nødvendigt med et pusterum, det der i filmens verden kaldes en 5 minutters entre, og bruges som en hvilepause i en konflikt, hvor der kan være brug for at få afløb for følelser eller spænding. Det vil typisk være en kærlighedsscene eller et komisk indslag. I tilfældet med *Den Magiske Kugle* er det en pause til at fordøje scener med et højt kognitivt load, enten i form af en opsummering eller i form af visualiseringer på skærmen sammen med sang og musik. For det tredje er karaktererne i forestillingen ikke aktive i handlingsforløbet, men har mere en fortællende karakter. Deres handlemønstre, eller fraværet af et sådant, gør det yderligere svært for publikum at forudsige, hvad der skal foregå i næste scene. Forskning viser, at man godt kan vurdere eksempelvis en film meget positivt uden nødvendigvis at have forstået hele handlingen – særligt hvis man er blevet følelsesmæssigt involveret. Affektive aspekter har således større betydning for publikums vurdering af en film end de kognitive aspekter (Owen, 2007). Hvilken indflydelse disse udfordringer har på elevernes oplevelse af forestillingen, vender jeg tilbage til i kapitel 8.

Den konstruktivistiske teori forudsiger netop, at en af de største kognitive udfordringer når man fortolker en fortælling, er at skabe lokale og globale sammenhænge. Lokal sammenhæng i situationsmodellen kan skabes hvis "an incoming explicit statement (S) in the surface code can be linked conceptually to a recent proposition (P) that resides in working memory (WM)" (Graesser, Olde & Klettke, 2002, p.245). Det vil altså sige, at sammenhængen kan opretholdes, hvis den nye information man modtager fra fortællingen, kan relateres til information, der er tilgængelig i ens bevidsthed.

De kognitive processer, der er en del af den *narrative reception*, skal bruges til at skabe en situationsmodel i fem dimensioner, der løbende justeres i takt med at fortællingen udfoldes. Situationsmodellen afhænger af elevens individuelle kontekst, de personlige scripts som eleven anvender, elevens forholdskendskab til indholdet i fortællingen og elevens evne til at bevare overblik i en fortælling. Overblik afhænger af elevens erfaring med andre fortællinger med lignende årsagskausalitet og elevens evne til at håndtere mange sideløbende ændringer i de fem dimensioner, som først senere i fortællingen giver mening. Desuden findes en hastighedsdimension, med hvilken jeg henviser til den hastighed, hvormed

eleven kan justere situationsmodellen, som igen afhænger af didaktikken i fortællingen; hvor meget vi som publikum tages ved hånden. Der er indre og ydre faktorer, der spiller ind, når eleven skal processe fortællingen kognitivt. De ydre faktorer er konteksten, hvori eleven modtager fortællingen, samt den didaktik, der ligger i fortællingen og tempoet i fortællingen mens de indre faktorer er elevens *behov* for at modtage fortællingen og strukturen af de processer, der sættes i gang, hvilket ifølge Schank (1990) afhænger af modtagerens intelligens.

Under modtagelsen af en fortællingen kan man ifølge Green og Brock (2000) sættes i en tilstand, hvor man overgiver sig til fortællingen, og hvor de kognitive processer træder i baggrunden. Denne fængsling betegner de for transportation, og i deres forskning arbejder de med, hvordan narrativer ved hjælp af transportation kan påvirke modtageren (Green, 2002). Selv om Green & Brock arbejder ud fra skrevne narrativer, der læses af modtageren, mener de at deres teorier kan overføres til alle kommunikationsformer, såsom videnskabsteater, og jeg har valgt at inddrage teorien i min analyse af elevernes *narrative reception*, da jeg mener at denne teori kan give mig en indsigt i den tilstand nogle af eleverne, der modtog forestillingen, befandt sig i.

5.3 Narrativ transportation

Begrebet transportation (Green & Brock, 2000) er en sammensmeltning af opmærksomhed, følelser og visualiseringer omkring begivenheder og personer i en fortælling. Under transportation mister modtageren kontakten til den rigtige verden og overgiver sig til fortællingens univers; hvad enten den er fiktiv eller faktuel. Det er på dette stadie, at modtageren er mest påvirkelig og mindst modstandsdygtig og dermed kan overgive sig til en virkelighed, der ikke stemmer overens med den virkelighed han/hun normalt betror sig til. I henhold til Green og Brock (2000) kan effekten af at opleve transportation også bevirke, at man har en klar erindring om fortællingens univers, at ens holdninger og opfattelser bliver påvirket, at man oplever en følelsesmæssig reaktion eller at man får et ønske om at deltage aktivt i fortællingen.

Det er fristende at dvæle lidt ved denne påstand om, at narrativ transportation giver mulighed for at ændre misconceptions eller hverdagsforestillinger¹. Netop hverdagsforestillinger er en stor udfordring for undervisere indenfor naturvidenskaberne. Kirsten Palludan beskriver i sin bog *Videnskaben, verden og vi* (2000), hvordan hverdagsforestillinger og den sunde fornuft, blandes sammen med, eller står i vejen for, den abstrakte videnskabelige tankegang. I den tidlige fase af mit ph.d. studium var jeg involveret i et tværfagligt projekt om stråling (Bilag E, Tværfaglige Udfordringer i Gymnasiet, Hansen, 2007). I matematik arbejdede eleverne blandt andet med opgaver om radioaktive stoffers halveringstid, og det var i forbindelse med dette arbejde, at en af eleverne reflekterede over hvilken halvdel af det radioaktive stof, der henfalder, og spørger derfor matematiklæreren. Det svar eleven modtager er følgende metafor: "Forestil dig, at det er ligesom en isterning der smelter". Denne metafor er nem at visualisere;

¹ Misconceptions er en betegnelse for forestillinger omkring et fænomen eller en årsagssammenhæng, som ikke er i overensstemmelse med den videnskabelige opfattelse (Sjøberg, 1992; Palludan, 2000). Det er et stort forskningsområde, særligt indenfor fysik, da disse fejlopfattelser kan stå i vejen for at lære den videnskabelige tankegang.

man forestiller sig den voksende vandpyt rundt om isternen i takt med at den smelter/henfalder, og umiddelbart er det et rigtig godt og logisk svar. Desværre er det forkert. Selve essensen af radioaktiv stråling er, at det baserer sig på sandsynligheder. Hvad er sandsynligheden for, at et atom i det radioaktive stof henfalder? Dette gælder for alle atomerne i et radioaktivt stof, uanset om det sidder på overfladen eller inde midt i stoffet. Den stråling atomet udsender ved henfaldet, er også ligeglad med, hvor i stoffet atomet sidder. Strålingen kan sagtens komme igennem stoffet, selvom atomet sidder inde i midten. Alt i alt er det et uheldigt svar, der er så nemt at begribe, at det bliver svært at fjerne fra elevens tankegang. Eftersom denne viden ikke stemmer overens, med den viden eleven modtager i fysikundervisningen, vil eleven bære rundt på, hvad Palludan kalder ”en blandingsmodel” for radioaktivt henfald.

Denne magt fortællinger har til at påvirke modtagerne er det, efter min opfattelse, vigtigt at respektere i forhold til videnskabsteater. For elever er de tre performere, der står på scenen, ekstremt troværdige², og det de fortæller, tror eleverne på. Man skal derfor være omhyggelig i denne form for formidling, da der er risiko for, at eleverne udvikler nye misconceptions, når performerne didaktiserer det faglige indhold ved hjælp af metaforer og hverdagsreferencer.

For at vende tilbage til den henrevne tilstand narrativer kan sætte en i, kunne man forestille sig, at oplevelsen af transportation vil kunne bevirke, at elevernes fordomme omkring videnskabsfolk kan nedbrydes, og erstattes af det billede fortællingen giver af videnskabsfolk – eller at elevernes holdninger til fysik kunne påvirkes positivt.

Når folk i løbet af mit projekt har spurgt mig om, hvad jeg forventer at opnå med at vise eleverne forestillingen, har mit svar ofte været, at jeg godt er klar over, at én positiv oplevelse med naturvidenskab ikke er nok til at ændre deres interesse; men man kunne forestille sig at det, at de får en positiv følelsesmæssig oplevelse med eksempelvis fysik, bevirker, at det forsvarsværk de sætter op idet de træder ind i fysiklokalet, er lidt mere porøst end tidligere (Hannover & Kessels, 2004; Beyer, 1992). At der er lidt flere kanaler åbne, så de er lidt mere modtagelige for det, fysiklæreren forsøger at formidle til dem. Denne mulighed for holdningspåvirkning er i overensstemmelse med Green & Brock's teorier om effekten af transportation (Green, 2002). Det er i den forbindelse vigtigt at understrege, at disse positive reaktioner forudsætter, at forestillingen har det, man indenfor interesseforskningen kalder ’hold’-egenskaber. Et begreb jeg vil komme nærmere ind på senere i dette kapitel.

Denne tilstand, hvor man bliver transporteret ind i det narrative univers, er sammenlignelig med det instruktøren af *Den Magiske Kugle* betegner som at blive henrevet. Der er også klare ligheder med denne tilstand, i forhold til den situationelle interesse beskrevet i interesseteorien, og det motivationspsykologiske fænomen ”flow” (Csikszentmihalyi, 1990). Ifølge Schiefele (1992) kan flow opstå, hvis en person vurderer en aktivitet til at være kognitivt meget udfordrende, og samtidig anser sin egen evne til at håndtere aktiviteten for bedre end gennemsnittet.

I det foregående har jeg redegjort for de kognitive processer, der igangsættes, når man modtager en fortælling, samt den magt fortællingen har i forhold til transportation. I flere sammenhænge har jeg

² Troværdighed er en del af den kode jeg kalder ’Performerne’, og som jeg anvender i min resultatbehandling, hvilket vil blive uddybet i Kapitel 8.

anvendt begrebet *behov*, og jeg mener, at der på nuværende tidspunkt er brug for en uddybende begrebsafklaring. Begrebet behov indgår i min *narrative reception*, og er en af tre facetter, der beskriver modtagerens position i forhold til en fortælling: Modtagelsen, Behovet og Tolkningen. Facetterne vil blive udfoldet i slutningen af kapitlet. På dette stadie vil jeg kun forholde mig til modtagerens *behov* i forhold til fortællingen. Facetten *behov* rummer alle de ting, jeg mener, der kan være i spil, når eleverne modtager en fortælling, såsom nysgerrighed, engagement, motivation, flow, transportation m.m. Motivation er et psykologisk begreb, der beskriver en persons motiv til at handle på bestemte måder. I deres omfattende review af motivationsterminologien indenfor uddannelsesforskning når Murphy og Alexander (2000) frem til, at der overordnet bruges tre termer til at beskrive motivation: *Goal*, *interest* og *self-schema*. Med hjælp fra litteraturen definerer de termene på følgende måde: *Goal* er “*what students generally want to achieve in their classes be it academic or social*”, *interest* “*signifies the processes by which the underlying needs or desires of learners are energized*” og *self-schema* “*refers to personal knowledge about oneself that represents consistent individual differences in way one perceives and responds to events; similar to selfconcepts but represent a much more dynamic and situational view of the self*” (Murphy & Alexander, 2000, s. 28-29). Motivation i form af mål beskriver altså de akademiske eller sociale ønsker, eleverne har for undervisningen. Motivation i form af interesse beskriver de processer, der driver elevernes underliggende ønsker og behov, mens motivation i form af *self-schema* henviser til den viden man har om sig selv, og den måde man opfatter og reagerer i forskellige situationer. *Self-schema* er sammenlignelig med selvopfattelse eller identitet, men repræsenterer en mere dynamisk og situeret opfattelse af selvet.

Motivation kan komme indefra og betegnes for “*intrinsic motivation*”: *A task is performed because it is rewarding within itself not because of a reward to be earned as a consequence* (Whang & Hancock, 1994, p. 306), man gør altså noget, fordi det for eksempel er interessant, fordi man har lyst til det, fordi man er blevet nysgerrig, eller fordi man bare synes det er sjovt. Motivation kan også komme udefra og betegnes “*extrinsic motivation*”, hvor noget eller nogen giver én et motiv til at udføre en bestemt handling: “*Performing a task to get something outside of the activity itself*” (Whang & Hancock, 1994, p. 306). Det kunne, i forhold til forestillingen, være, at den klasse der i forvejen ved, at de skal gennemføre et tværfagligt projekt om forestillingens faglige indhold, er motiverede for at følge med i forestillingen, da det kan gøre det nemmere for dem at arbejde med den bagefter (Ryan & Deci, 2000).

Fænomenet *interesse* er således en tilstand, der kan give en person en indefra kommende motivation til bestemte handlinger. For eksempel en motivation til at fordybe sig i forestillingen. Modtagerens interesse for forestillingen kan enten opstå i situationen eller være en iboende interesse, hvilket vil blive belyst i det følgende afsnit, som handler om *interesse* som begreb.

5.4 Narrativ forførelse og interesse

Interesse betyder “at være imellem”: *Interest marks the annihilation of the distance between the person and the materials and results of his action* (Dewey, 1913, s.17).

Interesse er, som beskrevet i det forrige afsnit, en variabel indenfor motivationsforskningen, og henviser til en psykologisk tilstand, hvor det at engagere sig i et objekt enten er en enkeltstående begivenhed eller en tilbagevendende aktivitet (Hidi, Renninger & Krapp, 2004).

Interesse er altid resultatet af en interaktion mellem en person og et bestemt objekt, *interesseobjektet*, som kan være alt fra personer, tekster, informationer, aktiviteter, personlig udvikling m.m. (Prenzel, 1998; Todt, 1978; Krapp et al. 1992). Blandt interesseforskere er der ikke enighed om, hvorvidt personer kan karakteriseres som et interesseobjekt (se blandt andet Fink, 1991; Prenzel, 1988; Dewey, 1913). I forbindelse med mit projekt er det dog ikke relevant at forholde sig til denne distinktion, da personerne i forestillingen ikke træder så meget frem, at interessen kan rettes direkte mod individerne, men snarere det de repræsenterer, nemlig en forsker (jf. Kapitel 4).

Den relation et individ kan have til *interesseobjektet* er trefoldig, og *interesse* karakteriseres således ud fra kognitive, affektive og værdi-relaterede forhold:

- *High cognitive complexity of the subjective object representation, and a diverse repertoire of well-developed skills related to involvement with the object.*
- *Emotionally positive feelings associated with the object and engagement with it.*
- *Valuing of the interest object, and “self-intentionality” of activity involving the object (i.e., activity of an autotelic, noninstrumental character).* (Prenzel, 1992, s.77-78)

Potentialet til at blive interesseret ligger indgroet i en person; men objektet, og omstændighederne omkring mødet med objektet, definerer karakteren og udviklingen af interessen. Interessen kan dermed påvirkes og anspores af andre personer, det omgivende miljø, personens egen selvregulerede indsats og personens andre interesser (Hidi, Renninger & Krapp, 1992).

Når man bliver interesseret i noget, forholder man sig til interesseobjektet i relation til omstændighederne omkring mødet med interesseobjektet, konteksten, og ens tidligere erfaringer med lignende interesseobjekter. Der knytter sig således altid en forhistorie til en interesse, hvormed interesse bliver en kontekstuel individuel konstruktion af relationen mellem personen og objektet: “...one and the same object domains of interest can result in the formation of completely different PO (person-objekt) relationships in different persons...” (Fink, 1991, s.178).

Indenfor uddannelsesforskningen er det særligt to former for interesse, der er blevet fokuseret på; den situationelle interesse og den individuelle interesse (Krapp, Hidi & Renninger, 1992). I de følgende afsnit vil jeg uddybe disse niveauer af interesser, med udgangspunkt i Hidi og Renningers Four-Phase Model of Interest Development (2006) og jeg vil perspektivere dem i forhold til den *narrative reception*.

5.4.1 Situationel interesse

Situationel interesse er hovedsageligt en tilstand, der opstår af påvirkninger fra det omgivende miljø. Det er en tilstand, hvor man oplever øget opmærksomhed og en følelsesmæssig reaktion. Interessen kan være kortvarig eller blive fastholdt over længere tid (Hidi & Anderson 1992, Schiefele, 1998; Todt & Schreiber, 1998).

Et eksempel på situationel interesse er fortællingen om en elev, der ikke interesserer sig ret meget for fysik. Men da de når til emnet astronomi, oplever eleven ellers, at hans opmærksomhed i timerne skærpes, og han læser sine lektier om emnet i lærebogen, hvilket ikke normalt er en aktivitet han dyrker. Elevens situationelle interesse for astronomi er altså blevet vakt.

Forskning har vist, at situationel interesse kan have en positiv indvirkning på kognitive præstationer som forståelse af en tekst og computerarbejde. Det er også vist, at situationel interesse kan skærpe ens forståelse og opmærksomhed, og facilitere koblingen af den nye viden med den gamle og dermed fremme læring (Schiefele, 1998; Shirey, 1992; Hidi & Anderson, 1992).

Ifølge Häusler og Hoffmann (1998) kan personers interesse i et objekt være konstrueret i forskellige dimensioner, og resultere i meget forskellige subjektive interaktionsmønstre i forhold til interesseobjektet. De har inddelt person-objekt interaktionen i den situationelle interesse i tre dimensioner som resultat af deres forskning i fysikinteresse hos 10 og 16 årige elever:

1. *Interest in a particular subject matter or topic in physics (e.g., interest in optics)*
2. *Interest in a particular context in which that topic is presented (e.g., optical devices that are in everyday use), and*
3. *Interest in the particular activity one is allowed to engage in, in conjunction with that topic and context (e.g., building a simple but functioning camera).*

Disse dimensioner har de efterfølgende anvendt til at inddele eleverne i tre typer, afhængig af hvordan deres interesse til fysik udmønter sig. Jeg vil undersøge, om jeg med fordel kan skele til disse tre dimensioner, når jeg karakteriserer eleverne i kapitel 7.

De tre dimensioner er sammenlignelige med de tre strukturelle komponenter: *object*, *topic* og *activity*, som Krapp (2003) og Krapp & Fink (1992) anvender til at identificere og beskrive interesseobjektet. I takt med at interessen udvikles kognitivt, såvel som affektivt, justeres disse strukturelle komponenter (Krapp, 2002). Interesse er således et dynamisk forhold imellem individet og interesseobjektet (*activity*) og den kontekst (*topic*), hvori individet møder interesseobjektet (*object*).

Hidi og Renninger har beskrevet situationel interesse, som en tilstand der består af to faser: Den *triggered* situationelle interesse og den *maintained* situationelle interesse (Hidi & Renninger, 2006).

Triggered situationel interesse kan vækkes af omgivelserne for eksempel i form af en tekst, et teaterstykke, en film eller en undervisningssituation, hvis man derigennem for eksempel modtager overraskende eller uoverensstemmende information, kan identificere sig med de involverede personer, eller oplever det som personligt relevant (Krapp, Hidi & Renninger, 1992). I tilfældet med eleven, hvis situationelle interesse er blevet *triggered* af astronomiundervisningen i fysik, ville en videreudvikling af denne opståede interesse være, at eleven i sin fritid søger på internettet eller biblioteket efter flere informationer om astronomi. Interessen, der opstod i undervisningssituationen, er altså, i hvert fald for en tid, blevet *maintained* i eleven. Hvis interessen på denne måde bliver større, kunne man forestille sig, at eleven frivilligt vælger at tilbringe en aften på terrassen for at se en komet på himlen. Omvendt kan det også være, at eleven ikke videreudvikler sin interesse for astronomi, men at det altid vil resultere i øget

opmærksomhed når emnet astronomi bliver nævnt enten i undervisningen eller via forskellige medier. Det kunne også være, at det var lærerens begejstring for emnet, der havde fanget elevens interesse – så det altså ikke var selve emnet, men derimod konteksten der engagerede eleven.

Vi kan også med fordel vende tilbage til historien om misconceptions omkring det radioaktive henfald. Jeg har fortalt historien til både naturvidenskabsfolk og ikke naturvidenskabsfolk, og alle har en følelsesmæssig reaktion på historien, om end af forskellige grunde. Naturvidenskabsfolkene bliver forargede og frustrerede over denne inkompetente lærer. Det er deres stolthed omkring naturvidenskab, der bliver påvirket. Ikke sjældent afsøger de hukommelsen for lignende historier, og vi indleder en diskussion om, hvordan disse lærerinducerede misconceptions kan undgås. Ikke-naturvidenskabsfolk, derimod, reagerer positivt, når de hører lærerens svar om den smeltende isterning. De finder tydeligvis forklaringen indlysende, og får en positiv oplevelse med et naturvidenskabeligt fænomen. De kan identificere sig med eleven, og kan leve sig ind i situationen. Men da historien tager en drejning, bliver de overraskede og nysgerrige efter at få den rigtige forklaring. De bliver også ærgerlige, når det går op for dem, at forklaringen ikke holder, og de bliver måske endda mindet om deres problemer med at forstå naturvidenskabelige fænomener, ikke dermed være sagt at alle ikke-naturvidenskabsfolk har et problematisk forhold til naturvidenskab – langt fra. Dette er et eksempel på, hvordan den samme historie kan engagere på meget forskellige måder afhængig af individets kontekst og forhåndskendskab til emnet. Det er min oplevelse, at fortællingen har *triggered* en situationel interesse hos tilhørende; men den har næppe haft evnen til at *maintaine* interessen for misconceptions, radioaktivitet, undervisningssituationer, at indgå i dialog med mig eller hvad *interesseobjektet* kan tænkes at have været.

En *triggered* situationel interesse kan føre til en *maintained* situationel interesse, der henviser til den psykologiske tilstand, hvor man oplever øget opmærksomhed og en fastholdelse af interessen igennem kortere eller længere tid eller ved genoptagelse af interessen. I undervisningssammenhæng kunne denne *maintained* situationelle interesse opstå ved, at eleverne bliver personligt involveret i en meningsfuld aktivitet omkring interesseobjektet.

Man kan sidestille betegnelserne *triggered* og *maintained* med Mitchells *Catch* og *Hold* begreber i hans model for den situationelle interesse (Mitchell, 1993). I henhold til Mitchell kræver *Catch* facetten, at man bliver stimuleret kognitivt og sanseligt for at en situationel interesse bliver fanget. En stimulant er en variabel, der midlertidigt øger et individs aktivitetsniveau. *Hold* facetten kræver en oplevelse af empowerment, bemestring³ af objektet for ens interesse, og et ønske om at opnå denne bemestring, hvilket eksempelvis kan opnås, hvis eleverne føler at bemestringen er relevant for dem, eller er et personligt mål. Et personligt mål kunne for eksempel være, at eleven er nødt til at klare sig godt i fysik, for at kunne søge ind på den ønskede uddannelse.

Ifølge Mitchell stemmer bemestring overens med Dewey's to primære karakteristika ved interesse: Identification og Absorption (Dewey, 1913). Hvis man identificerer sig med aktiviteten omkring interes-

³ Jeg har valgt at oversætte empowerment med bemestring, da jeg mener det er den term, der bedst dækker det engelske ord, der blandt andet oversættes med: a mechanism by which people, organizations, and communities gain mastery over their affairs (www.ordbogen.com).

seobjektet, finder man det personligt relevant, og dermed styrkes bemestringen. I det man absorberes i aktiviteten, forbedres ens bemestring af den, og man kommer tættere på at opnå ens personlige mål.

I relation til *Den Magiske Kugle* er det relevant at se på, om forestillingen evner at *trigge* en situationel interesse hos eleverne. Man kunne forestille sig, at det at eleverne bliver stimuleret kognitivt og affektivt af forestillingens fortælling om udviklingen af en mulig kur mod kræft og sanseligt af de teatraliske virkemidler, som scenografien, grafikken, "teateratmosfæren", lyset og musikken kunne vække deres interesse. Hvis de derved absorberes i fortællingen, fordi de bemestrer indholdet og oplever, at de kan identificere sig med aspekter i forestillingen, eksempelvis via referencer til deres egne hverdagsoplevelser, kan deres interesse holdes fanget – enten under hele forestillingen, eller dele af den.

Udover de to ovennævnte faser, findes der yderligere to faser i interesseudviklingen, en *emerging* individuel interesse og en *well-developed* individuel interesse, som vil blive beskrevet i det følgende afsnit. Forholdet mellem de fire faser er skitseret i figur 5.1.

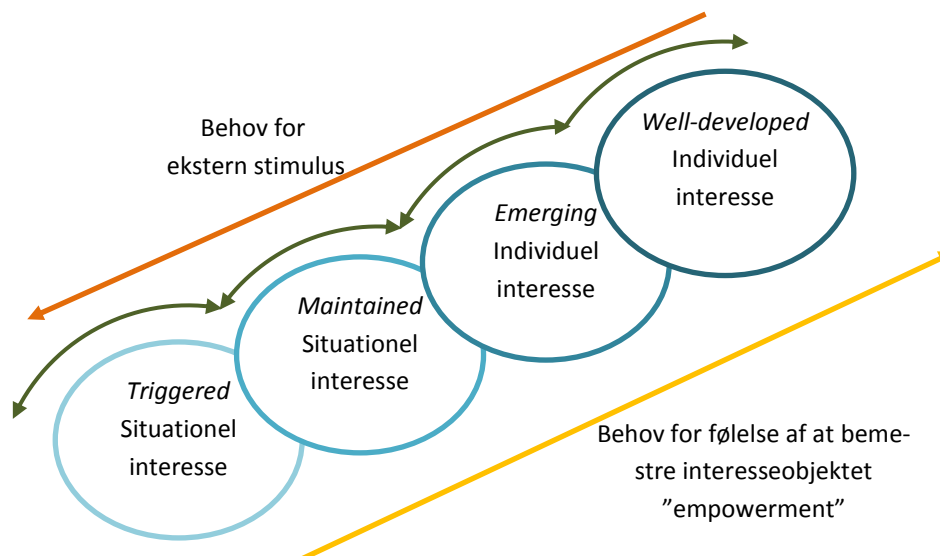
5.4.2 Individuel interesse

Her til morgen (28.07.08) hørte jeg et kort interview med en sportskommentator fra Danmarks Radio, som fortalte, at han som knægt havde optaget fodboldkampene på bånd for at høre dem igen og igen mens han lagde mærke til, hvad kommentatorerne sagde og, hvordan de formulerede sig, så han selv kunne efterligne dem. Det var således ikke selve fodboldpræstationerne, der var omdrejningspunktet for hans interesse, som det er for de fleste fodboldinteresserede, men derimod kommentatorpræstationerne. Dette er et skoleeksempel på en individuel interesse, hvor den interesserede selv frivilligt opsøger og dyrker objektet for interessen. I dette tilfælde førte denne individuelle interesse oven i købet til en professionel karriere som sportskommentator.

Som skitseret på figur 5.1 inddeler Hidi og Renninger (2006) også den individuelle interesse i to faser, og eksemplet med sportskommentatoren viser, hvordan dyrkelse af en *emerging* individuel interesse kan resultere i en *well-developed* individuel interesse.

En *emerging* individuelle interesse er en psykologisk tilstand af interesse, hvor man besidder en relativt vedholdende lyst til igen og igen at fordybe sig eller engagere sig i objektet for ens interesse. Denne tilstand karakteriseres ved positive følelser, voksende kendskab til interesseobjektet, og forøget værdsættelse af at "dyrke" den *emerging* individuelle interesse. Hvis man får valget, vil man frivilligt vælge at engagere sig i aktiviteter omkring *interesseobjektet*, og man begynder at bemestre aktiviteterne og stille uddybende spørgsmål og selv opsøge svarene, uden at besværet føles besværligt.

Den *emerging* individuelle interesse kan i sidste ende føre til en *well-developed* individuel interesse, som er en udvidelse og uddybelse af tilstanden i den forrige fase, med stærkere positive følelser, mere indsigt og øget værdsættelse af interessen. Den individuelle interesse kan også, i visse situationer, vækkes, så det resulterer i reaktioner, der er sammenlignelige med dem, der er beskrevet omkring den situationelle interesse. Dette kaldes en manifesteret eller aktualiseret individuel interesse (Krapp, Hidi & Renninger, 1992).



Figur 5.1 På figuren har jeg forsøgt at illustrere interesseudviklingens fire faser (Hidi & Renninger, 2006). Pilene indikerer sammenhængen mellem udviklingen af en interesse og de to vigtigste involverede faktorer. Interessen udvikles i takt med, at personen oplever at beme- stre interesseobjektet. Behovet for kognitiv, affektiv og sanselig stimulus udefra er omvendt proportional med udviklingen af interessen. Overgangen fra den ene tilstand til den næste er flydende, og kan stagnere, aftage eller videreudvikles til man befinder sig i den well-developed individuelle tilstand af interesse.

Udviklingen igennem de fire faser i forhold til affekt og kognition beskrives af Hidi og Renninger på følgende måde:

“Earlier phases of interest appear to be fueled by affect, which can be directly linked to the processes of perception and representation that lead to activity and cognition. Later phases of interest, on the other hand, are more clearly the products of both stored valuing for reengagement and cognitive processes that support knowledge building – a person’s developing understanding of particular activities or ideas and the generation of curiosity questions” (2006, s.121).

Den well-developed individuelle interesse er en stabil tilstand. Man har identificeret sig så meget med interessen, at den er blevet en del af ens personlighed, og uden besvær opsøger man ny viden og engagerer sig i sin interesse (Krapp, 2002). En individuel interesse, der er blevet en del af ens personlighed har stor indflydelse på personens selvopfattelse, og personens selvopfattelse har stor indflydelse på udviklingen af en interesse. Når eleverne i puberteten oplever store forvandlinger i deres selvopfattelse, vil dette naturligt påvirke deres interesser. Eksempelvis vil et øget ønske om at fremstå mere feminin kunne bevirke, at en pige mere eller mindre bevidst vil trække sig tilbage fra fag, der opfattes som typisk maskuline (Hannover, 1998; Fivush, 1998). I dette tilfælde aftager interessen for deres fag, hvilket understreger dynamikken i interessemodellens første tre faser.

5.3.3 Individuel interesse og identitet

Hannover (1998) argumenterer for, at vidensstrukturer i en persons hukommelse om objekter eller domæner, som personen er interesseret i, hænger mere sammen med personens selvopfattelse end nogen andre vidensstrukturer i hukommelsen.

Krapp (1992, s.322) mener at *"intention or action goals related to an object or domain of interest are compatible with attitudes, expectancies and values contained in a person's self-concept"*. Holdninger, værdier og forventninger i ens selvopfattelse skal være kompatibelt med et interesseobjekt.

Når man i interviews beder en person fortælle om sig selv, bliver de individuelle interesser ofte beskrevet. Kail og Cavanaugh (2000) beskriver, hvordan tre faser i karriereudviklingen er tæt forbundet med udviklingen af ens identitet. De tre faser er krystallisation, specifikation og implementering. I begyndelsen af teenageårene afsøges de karrieremuligheder som stemmer overens med personlighed og interesse. I denne krystallisations fase er valgene ofte ustabile, og mange forskellige muligheder bliver overvejet. I slutningen af teenageårene er de fleste nået til en specifikation af, hvilken karriereretning de gerne vil tage, og dermed hvilken uddannelse de vil søge ind på. Med denne beslutning bliver karriereretningen implementeret, og den bliver en del af personens selvopfattelse.

Ifølge Hannover (1998) er interesser og selvopfattelse gensidigt afhængige størrelser, og han argumenterer for dette ved at belyse det på tre måder. For det *første* ved man, at unges interesser kan ændre sig dramatisk i teenageårene i relation til store omvæltninger i de unges selvopfattelse. Forskning har vist, at pigers interesse for matematik og naturvidenskab aftager betydeligt, når de går ind i teenageårene (Hannover, 1998). I rene pigeklasser trækker pigerne sig mindre tilbage fra de fag, der anses for at være maskuline end piger i blandede klasser, og forskerne mener, at dette viser en sammenhæng mellem udviklingen af seksuel identitet og interesser. Disse undersøgelser viser at *"by committing themselves to certain interests rather than others, people can bolster newly acquired self-definitions and strengthen them by communicating them to the outside world"*. Jo større pigers behov er for at definere sig selv som kvinde, både fagligt og fysisk, des mere trækker de sig fra de maskuline fag, herunder fysik.

For det *andet* rummer selvopfattelsen både informationer om hvem vi er, men også hvad vi gerne vil være (*real self-concept* og *ideal self-concept*, Oosterwegel & Oppenheimer, 1993). Disse *ideal selves* er med til at lede en i bestemte retninger og engagere personen i bestemte aktiviteter. Eftersom interesse hænger sammen med det, en person gerne vil være, kan interesse tjene det samme formål som ens *ideal self-concept* og lede en hen imod et personligt mål. Interesse bliver derved en medierende faktor på vejen mellem personlige mål og handlinger.

Den *tredje* måde, hvorpå selvopfattelse hænger sammen med interesse er, at interesser bruges til at udvikle selvværd. En person udvikler interesser, der styrker personens selvværd. Vi så i fire-fase modellen for udvikling af interesse, at bemestring var en vigtig faktor, når mennesker udvikler deres interesser. I forhold til fysik skriver Hoffmann og Häussler eksempelvis: *"The best predictor of interest in physics as a school subject is the particular student's confidence in his or her own performance"* (1998, s. 303).

Mennesker stræber efter højt selvværd, og interesser udvikles derfor indenfor domæner, der bidrager positivt til deres selvværd.

Interesser påvirkes også af udviklingen af selvværd i forhold til identifikation med stereotyper, der repræsenterer det område, man er interesseret i. Hvis man ikke vil identificeres med stereotypen opstår der en des-identifikation, hvor man trækker sig væk fra interesseområdet. *"Disidentification can be described as loss of interest, as disconnecting the self-concept from the respective content domain"* (Hannover, 1998, s. 113). Flere forskere konkluderer desuden, at piger afstår fra at engagere sig i fag, der betegnes som typisk maskuline for ikke at bekræfte den generelle opfattelse af, at piger er dårligere til eksempelvis fysik end drenge. Desuden er det konkluderet, at det at piger vurderer deres egne evner for til at klare sig indenfor de "maskuline" fag som dårlige ikke influerer på deres selvværd. De interesserer sig ikke for fagene, de identificerer sig ikke med fagenes stereotyper og derfor har deres (lave) bemestring af fagene ingen indflydelse på deres selvværd (Hannover & Kessels, 2004; Hoffmann, 2002; Hannover, 1998).

Identitet er forankringen af en personlig selvforståelse, en personlig kerne. Det er en overensstemmelse og stabilitet i et menneskes personlighed. Der er både en social og en personlig identitet, og de to identitetsformer er afhængige af hinanden. Identitet omfatter det at præsentere sig selv og vokser ud af sociale samspil, og ender med at blive det gentagne mønster af oplevelser og handlinger, der gradvist identificeres som værende lig med personen. Identiteten indebærer, at man afgrænses som menneske og kan identificeres af andre og af sig selv. Det er gennem refleksionen, at den enkelte opnår at skabe overensstemmelse ud fra en vurdering af ligheder og forskelle i forhold til "de andre".

Elever, der eksempelvis er interesserede i naturvidenskab, undersøger således om denne interesse er i overensstemmelse med deres selvopfattelse, og om de kan relatere til de personer, der typisk identificeres med naturvidenskab:

"To make choices among alternative situation options, individuals imagine the prototypical persons who would be found in each of the available options. In a second step, the individual compares the defining characteristics of these prototypes with those of his or her actual desired self and chooses the alternative which provides the best match between self-prototype and the prototypical person" (Hannover & Kessels, 2004, s. 54).

Man kunne forestille sig, at det image et interesseområde har, og det billede man har af en prototypisk person indenfor interesseområdet, skal være stabilt under identitetsdannelsen, hvor man spejler sig i forskellige interessedomæner og personer. Ved at sikre den ydre stabilitet, kan man fastholde også det indre billede under identitetsudviklingen.

5.5 Narrativ reception

I de foregående afsnit har jeg givet en oversigt over, hvilke processer der sættes i gang, når man modtager en fortælling, og hvilke kognitive og affektive aspekter der har indflydelse på, hvordan en interesse fanges og fastholdes, og hvordan interesse og udvikling af identitet gensidigt påvirker hinanden. Jeg vil i

det følgende lave en teoretisk model til analyse af den *narrative reception* i lyset af ovenstående indsigter, der kan kondenseres i sætningen:

Den narrative reception er en betegnelse for, hvordan kommunikationsprodukter i form af narrativer reciperes af modtageren og afhænger af modtagerens interesse for kommunikationsproduktet, i forhold til modtagerens kontekst, og modtagerens erkendelse af produktet, gennem tolkning og horisontjusteringer.

Jeg vil inddеле modtagerens position i forhold til kommunikationsproduktet i tre facetter, der alle skal redegøres for under en narrativ receptionsanalyse. Under hver facet vil jeg kort skitsere, hvordan facetten er aktuel i min konkrete analyse. De tre facetter er:

Modtagelsen

Modtagelsen beskriver under hvilke *omstændigheder*, og i hvilken kontekst, modtageren modtager fortællingen. Det kan være efter modtagerens eget ønske eller i forbindelse med andre aktiviteter. Modtagelsen beskriver også det *medie*, hvorigennem produktet kommunikeres, og de omgivelser der er omkring fortællingen; billeder, lys og lyd – de ydre stimuli.

Konkret i forhold til mit projekt skal jeg i forbindelse med modtagelsesfacetten beskrive, hvordan klasserne har set forestillingen, om det var på dvd eller i teatret, og hvordan omgivelserne var, en teatersal eller eksempelvis fysiklokalet. Desuden skal jeg beskrive, hvem klasserne så forestillingen sammen med, hvilke lærere, hvilke fag, hvilken faglig sammenhæng forestillingen indgik i, og hvem der tog initiativ til at se forestillingen.

Behovet

Behovet er en facet, der handler om modtagerens behov for at modtage fortællingen, og både indre og ydre faktorer kan influere på behovet. Behovet kan være til stede før modtagelsen finder sted, eller opstå i løbet af modtagelsen. Den vigtigste subfacet er *interesse*: hvis modtageren har en individuel interesse for emnet i fortællingen, giver det modtageren et behov for at få stimuleret denne interesse kognitivt og affektivt, og vedkommende værdisætter modtagelsen af fortællingen højt i forhold til personlige mål. Hvis der i situationen opstår en situationel interesse, får modtageren et behov for at modtage forestillingen. Interessen kan være rettet imod objektet, aktiviteten eller konteksten.

En anden subfacet indenfor behovsfacetten er *motivation*. Modtageren kan have behov for at modtage den viden, der formidles gennem fortællingen, for at bruge den til en afleveringsopgave eller i sociale sammenhænge, hvor man kan indgå i dialog omkring indholdet i fortællingen.

I mit projekt skal jeg i forbindelse med behovsfacetten undersøge elevernes tilstand af interesse i forhold til emnet i forestillingen, og hvad der har indflydelse på, at denne interesse er opstået, og hvad interessen er orienteret imod. Til dette anvender jeg primært de individuelle interviews. Omkring subfacetten motivation skal jeg beskrive elevernes faglige niveau og deres forudsætninger for at se forestillingen i forhold til det kognitive bemestringsaspekt af en interesse og deres fag og pensum i gymnasiet.

Tolkningen

Tolkningen er den bearbejdning modtageren foretager af fortællingen. Til denne bearbejdning anvender modtageren sin forventningshorisont og erfaringshorisont. Tolkningen rummer dermed en redegørelse for, hvilke kognitive og affektive processer modtagelsen af fortællingen har iværksat. Tolkningen afhænger af modtagerens *behov* for at opnå erkendelse af fortællingens indhold.

Til redegørelse for elevernes tolkning af forestillingen analyseres de forskellige interviews, jeg har lavet af eleverne, og de spørgeskemaer jeg har bedt dem udfylde lige efter de modtog forestillingen.

5. 6 Sammenfatning af kapitlet

Jeg har i dette kapitel udforsket den *narrative reception*; det vil sige de affektive og kognitive processer der spiller ind før, under og efter man modtager en fortælling. De affektive processer er blevet sat i relation til en model indenfor interesseteorien, four-phase model of interest development. Der er desuden redegjort for, hvordan interesse har indflydelse på de kognitive mekanismer modtageren af en fortælling anvender for at forstå og fortolke fortællingen, inddrage den i hverdagens trosopfattelser, og derigennem pådrage sig de ændringer fortællingen havde magt til at igangsætte.

6

Metodologi, metoder og validitet

Hvilke forskningsstrategier er der anvendt i projektet?
Hvilke metoder har jeg brugt til min empiriindsamling i forhold til forestillingen og forankringsaktionerne? Og hvilke problematikker har der været?

Kan man forestille sig en metodologisk reorientering, bort fra den opfattelse, at det er betoningen af problemer og deres minutløse beskrivelse, der udgør essensen af god forskning, og over i retning af en holdning, der lægger større vægt på kortlægning og udfoldelse af muligheder, udviklingspotentialer, retningsangivelser, forestillinger om det gode, optimaltilstande, idealbilleder eller hvad vi nu skal kalde det? (Ravn, 2006)

6.1 Metodologi

Jeg vil i dette afsnit diskutere, hvilke forskningsstrategier jeg har valgt at anvende til analysen af elevernes *narrative reception* af forestillingen og designet af undervisningsmaterialet til de to aktioner, der forankrer forestillingen i elevernes egen praksis. Jeg er interesseret i at undersøge karakteren af den enkelte elevs oplevelse med videnskabsteatret og forankringsaktionerne, en indsigt jeg bedst kan opnå ved at anvende en kvalitativ forskningsstrategi i min dataindsamling og inden jeg kommer nærmere ind på mine metodologiske overvejelser vil jeg beskrive, hvad det vil sige at arbejde med kvalitative metoder.

6.1.1 Kvalitativ metode

Kvalitativ forskning er en samlebetegnelse for en lang række forskellige tilgange til forskning, der dog alle har det til fælles, at der kun i begrænset omfang anvendes statistisk databehandling, når resultaterne skal vurderes. Kvalitative metoder er specielt egnede til at besvare forskningsspørgsmål, hvor

det er nødvendigt at forstå menneskers opfattelser, erfaringer, holdninger, adfærd, tanker og samspil med andre mennesker.

Når betegnelsen kvalitativ forskning bruges, er det ofte som modsætning til kvantitativ forskning. Den kvalitative forskning har sin oprindelse indenfor de humanistiske og samfundsvidenskabelige traditioner, mens den kvantitative forskning sættes i forbindelse med naturvidenskabelige forskningstraditioner. I sin artikel "Kvalitativ forskning" søger Søren Holm forskellen mellem kvalitativ og kvantitativ forskning ved at betragte datamaterialet, analysemetoderne og forskningens mål (Holm, 1997). Kvalitativ forskning anvender oftest observation eller lange, relativt ustrukturerede interview som dataindsamlingsmetoder. Disse metoder giver i reglen ophav til data, som det er vanskeligt at kvantificere. Men selv i sådanne relativt ustrukturerede datamaterialer vil der dog altid være forhold, som på den ene eller den anden måde kan kvantificeres (fx antallet af sætninger i et interview, hvor videnskabsteaterforestillingen omtales som interessant). Der findes altså sjældent "rene" kvalitative data. Den bedste distinktion mellem kvalitative og kvantitative metoder opnås ved at se på formålet med forskningen. Her er den afgørende forskel, at den kvantitative forskning har til formål at give en præcis tal-mæssig beskrivelse af et fænomen og at belyse statistisk sammenhæng mellem fænomener, mens den kvalitative forskning har til formål at skabe indsigt eller forståelse for menneskelige motiver og handlinger. Styrken i den kvalitative forskning er dens følsomhed overfor det specifikke.

Kvalitativ forskning ser altså på det individuelle og specifikke, mens den kvantitative forskning ønsker at kunne generalisere og sige noget alment. En vigtig pointe i min forskning er at kvalitative metoder ser på processen mens kvantitative metoder giver et situationsbillede. Store surveyundersøgelser om f.eks. vælgernes politiske standpunkter giver et "her og nu" billede af, hvor mange der stemmer på de enkelte partier, men hvis man vil vide noget om hvorfor stemmefordelingen f.eks. har ændret sig siden sidst må man gå kvalitativt til værks, interviewe nogle vælgere og få dem til at fortælle om baggrunden for, hvor de placerer deres stemme. Med andre ord; hvis jeg vil vide noget om, hvilken holdning eleverne har til naturvidenskab er det mest optimalt at anvende en kvantitativ spørgeskemaundersøgelse. Men vil jeg vide, hvorfor eleverne har den holdning og om holdningen gælder naturvidenskab generelt eller kun enkelte fag, eller måske kun skolefaget, er jeg nødt til at anvende kvalitative metoder til dataindsamling og analyse. Den kvalitative dataindsamling og analyse har som sit endemål det, der i logikken kaldes en slutning til bedste forklaring. Det vil sige, at man forsøger at finde den forklaring, der bedst stemmer overens med de data man har. En slutning til bedste forklaring er ikke noget, man opnår på en gang. Den kommer som følge af en iterativ proces, hvor man udkaster hypoteser om sammenhænge i data, går tilbage i data for at se om disse hypoteser holder, udkaster nye hypoteser, tester disse osv.

Problemfeltet omkring interesse for naturvidenskab er netop blevet undersøgt i en række nationale og internationale kvantitative undersøgelser, heriblandt ROSE-undersøgelsen (Sjøberg og Busch, 2005). ROSE-undersøgelsen spørger til elevernes interesse for forskellige emner indenfor naturvidenskab, men denne kvantitative tilgang giver ikke noget svar på *hvorfor* elevernes interesse er som angivet. Kvantitative metoder bruges også typisk til evaluering af virkningen af naturvidenskabsindsatser ved hjælp af et evalueringsskema når indsatsen slutter og eleverne skal hjem. Resultaterne af disse evaluer-

ringsskemaer er oftest positive (læs mere om Hawthorne effekten i afsnittet om validitet), men en egentlig kvalitativ undersøgelse af elevernes subjektive oplevelse med indsatsen i henhold til elevens kontekst hører til sjældenhederne.

6.1.2 Grounded theory inspireret metode

Grounded theory er et teorigenererende forskningsperspektiv, der først blev beskrevet af Barney Glaser og Anselm Strauss i deres artikel tilbage i 1967 (Glaser & Strauss, 1967). Glaser og Strauss's grundtanke var at resultaterne burde tale for sig selv og danne basis for en empirisk baseret teori. Grounded theory tester ikke en hypotese, derimod er målet altså at generere en teori omkring det felt man undersøger og dermed opnå en forståelse for forskningssituationen. Jeg har ladet mig inspirere af en grounded theory tilgang til projektet da jeg i sin tid gik i gang med min forskning.

Guvå og Hyllander har begge gennemført et ph.d. studie indenfor skolepsykologi baseret på grounded theory metodologi og har efterfølgende skrevet en brugervenlig bog om metoden. I denne skriver de:

”Som forsker med grounded theory som metodologi bevæger man sig som en opdagelsesrejsende ind i et uudforsket problemområde og søger efter interessante hændelsesforløb (fænomener), der kan udforskes yderligere og efterhånden kortlægges. Forskeren stiller spørgsmål til sit materiale for at finde ud af, hvad det er der sker, hvilke processer der fremstår som vigtige for de mennesker, der findes i det pågældende område” (Guvå og Hyllander, 2005).

Eller som Bob Dick beskriver det:

”Grounded theory begins with a research situation. Within that situation, your task as researcher is to understand what is happening there, and how the players manage their roles. You will mostly do this through observation, conversation and interview.” (Dick, 2005)

De ovenstående citater omkring grounded theory er meget beskrivende for den hypotesefrie måde jeg i sin tid greb projektet an på. Det er for vidtløftigt at hævde at mine første undersøgelser førte til decideret teorigenerering. Mit mål med de første studier var gennem observationer, samtaler og litteraturstudier at få et overblik over feltet omkring ”unges interesse for naturvidenskab”. Resultaterne fra denne fase tegnede konturerne af en teori om, hvilke faktorer der er afgørende for at unge mennesker får en interesse for naturvidenskab. Denne tidlige teori støttede mig i troen på at netop videnskabsteaterforestillingen, *Den Magiske Kugle* kunne bidrage med noget i form af relevans, tværfaglighed, den gode historie, rollemodeller og meget andet. Jeg satte mig for at undersøge potentialet i forestillingen med fokus på, hvordan den påvirker gymnasieelever.

Da jeg, som tidligere nævnt, var interesseret i at tilføre feltet andet end blot en kritisk-beskrivende gennemgang af feltet, var det meget vigtigt for mig, både at undersøge indsatsen i form af videnskabsteaterforestillingen, og samtidig undersøge elevernes modtagelse af forestillingen. Desuden anså jeg det som vigtigt at designe undervisningsforløb i relation til forestillingen, der kunne støtte virkningen af forestillingen og de processer der sættes i gang når man får en positiv oplevelse med et emne, en aktivitet, eller lignende. Det var derfor meget velkomment, at jeg blev opfordret til at udvikle et tvær-

fagligt undervisningsmateriale i relation til videnskabsteaterforestillingen, der kunne forankre forestillingen i elevernes egen praksis i gymnasiet og dermed bygge videre på den interesse forestillingen efter al sandsynlighed vækker i eleverne.

I dét jeg gik i gang med at designe undervisningsmateriale, der kunne anvendes i relation til *Den Magiske Kugle* tog projektet en metodologisk drejning mod en undervisningsorienteret metode, der er beslægtet med grounded theory, nemlig design-based research.

6.1.3 Design-based research

Design-based research er et forskningsparadigme, der er opstået som en reaktion på de seneste årtiers kritik af relevansen og anvendelighed af uddannelsesforskning (van den Akker 2006; Lijnse 1995; The Design-Based Collective 2003). Den samme transformation af samfundsvidenskabelige forsknings-traditioner er undervejs og beskrives af Ib Ravn i hans artikel: *"At forske en anden verden frem"* (Ravn, 2007). En titel der er meget sigende for målet med forskningen, nemlig at opnå "anvendelig viden" der kan bruges til at udvikle og forbedre de områder man undersøger. I design-based research er genstandsfeltet for ens undersøgelser innovative undervisningsmiljøer. Design-based research er altså en metode, der i stigende grad anvendes når forskere vil undersøge hvordan, hvornår og hvorfor innovativ undervisning virker i praksis. (The Design-Based Collective 2003; van den Akker *et al.* 2006)).

Historisk set har uddannelsesforskning været drevet af to formål: at forstå, hvordan mennesker lærer, særligt i en undervisningssituation; og at designe innovative undervisningsmetoder, der skal sikre at læring finder sted. Design-based research kombinerer disse to formål og lader dem arbejde parallelt i virkelige undervisningsmiljøer.

Barab og Squire (2004) angiver en bred definition af design-based research:

"a series of approaches with the intent of producing new theories, artifacts, and practices that account for and potentially impact learning and teaching in naturalistic settings."
(s.2)

Hoadley (2004) beskriver design-based research på følgende måde:

"Design-based research is, at its heart, an attempt to combine the intentional design of learning environments with the empirical exploration of our understanding of those environments and how they interact with individuals." (s.205)

Der er mange publikationer i disse år, der beskæftiger sig med at beskrive metodologien bag design-based research. Grænserne for denne forsknings og udviklingsmetodologi diskuteres og forhandles i store internationale journals som *Educational Psychologist*, der i 2004 dedikerede et nummer (39,4) til design-based research (f.eks. Sandoval & Bell, og Hoadley, 2004) og *Educational Researcher*, der året inden, i 2003, dedikerede et helt nummer til design-based research (f.eks. Cobb *et al.* og Design-Based Research Collective, 2003). I 2001 blev der etableret et Design-Based Research Collective finansieret af Spencer Foundation, hvis formål er at bidrage til udvikling af metoden, øge udbredelsen og kendskabet til metoden og forbedre medlemmernes egen forskning ved hjælp af metoden

(<http://www.designbasedresearch.org/aims.html>). I 2006 udgav van der Akker *et al.* bogen: *Educational Design Research*. I denne finder man en liste over ting der, ifølge forfatterne, karakteriserer design-based research:

- Interventionistisk: forskeren stræber efter at designe en intervention i den virkelige verden
- Iterativ: Forskeren inkorporerer en cyklisk tilgang til design, evaluering og revision
- Procesorienteret: en sort boks model med målinger af input og output undgås, fokus er på at forstå og forbedre interventionen.
- Anvendelsesorienteret: fordelene ved et design undersøges, dels ved at se på anvendeligheden for brugerne i den rigtige kontekst
- Teoriorienteret: designet er, i hvert fald delvist, teoribaseret og undersøgelserne i felten bidrager til opbygning af teori

Et af de væsentligste principper når man anvender iterationer i sin metode er: *“Let the data decide”* (Dick, 1993). Ved hvert trin skal du anvende den information, der på det pågældende tidspunkt er tilgængelig til at afgøre det næste skridt i processen, dette kaldes den hermeneutiske spiral. Design-based research følger således nye, ikke planlagte ruter afhængigt af, hvad resultaterne viser og hvordan interventionen skrider frem.

6.1.4 Laver jeg design-based research?

Det er relevant at reflektere over, hvorvidt det er rimeligt at hævde at jeg bruger design-based research som forskningsmetodologi, og hvorvidt det er den strategi, der er mest optimal i min bestræbelse på at besvare mine forskningsspørgsmål.

Lad os anvende de fem karakteristika angivet af van der Akker *et al.* (2006) til denne refleksion.

Er mit projekt interventionistisk? Mit sigte med projektet er at undersøge en intervention, der kan påvirke de unges interesse for og holdning til naturvidenskab. Mit forskningsværktøj er videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* og jeg har designet to typer undervisningsmateriale, der kan anvendes i relation til forestillingen. Mine undersøgelser af eleverne foregår i klasserummet på gymnasiernes og dermed i elevernes virkelige praksis. Forankringen af indsatsen er interventionistisk.

Er mit projekt iterativt? Der findes flere grene af projektet, hvoraf nogle er mere iterative end andre. Selve opsætningen af forestillingen har været iterativ, men da dens form ikke efterfølgende er under påvirkning af elevernes oplevelser karakteriserer jeg den ikke som en del af iterationerne i projektet. Selve dataindsamlingen har i høj grad været iterativ og det samme gælder dataanalysen, to faser af projektet, der ikke kan skilles ad. Hvis for eksempel et interview har bragt noget nyt på banen har jeg justeret de efterfølgende interviews ind for at undersøge det nye fænomen nærmere. Den iterative procedure vil stå tydeligere frem når sammenvævningen af dataindsamling og resultatanalyse beskrives i de følgende kapitler.

Er mit projekt procesorienteret? I mine empiriske undersøgelser fokuserer jeg på elevernes oplevelse med forestillingen og det opfølgende forløb. Jeg forsøger ved hjælp af observationer og løbende standpunktsundersøgelser at forstå de kognitive og affektive processer der foregår i eleverne.

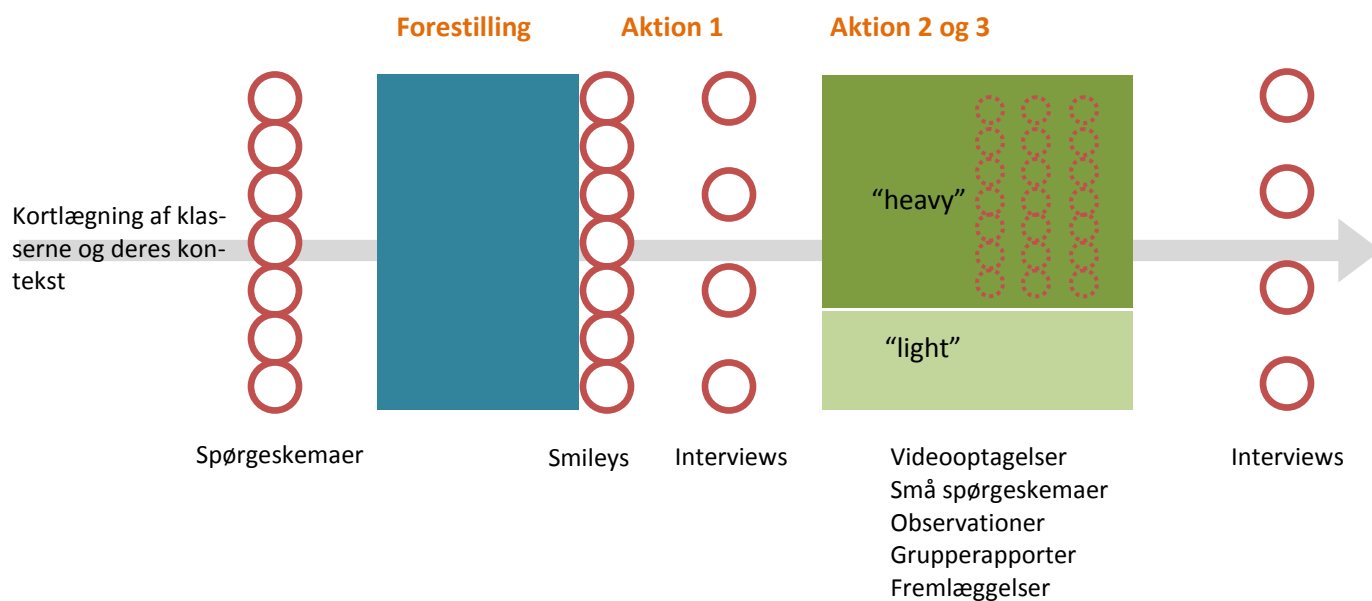
Er mit projekt anvendelsesorienteret? Netop anvendeligheden er af central betydning i dette projekt, om end aktørerne ønsker at opnå forskellige, men overlappende resultater med interventionen. Mit ønske er at interventionen/indsatsen samlet set kan bidrage til at øge unge menneskers holdning og interesse for naturvidenskab; mens lærerne, der afprøver interventionen, er interesseret i dens anvendelighed i relation til et tværfagligt projekt i gymnasiet. En forening af disse formål er hensigtsmæssig, når interventionen skal afprøves i praksis, det giver den bredde og øger dens anvendelighed.

Er mit projekt teoriorienteret? Mine indledende studier omkring holdninger til naturvidenskab og naturvidenskabsindsatser orienterede mig i retning af interesse-teorien. I min dataanalyse vil jeg derfor arbejde ud fra interesse-teorien og teorier om narrativ erkendelse. Målet er at være med til at viderebygge en empirisk testet teori med fokus på naturfagsindsatser, hvorved mit projekt er teoriorienteret.

Jeg vælger at tilføje endnu en overvejelse omkring mit projekts berettigelse til at kalde sig design-based research, der er opstået ved at læse en artikel af Diana Joseph (Joseph, 2004). Hun har ligeledes lavet en liste over de vigtigste ting, der kendetegner design-based research. Tre ud af fem punkter indeholder ordet læring. Da mit overordnede fokus ikke er på læring, men på forestillingens evne til at kommunikere naturvidenskab og skabe interesse og på undervisningsmaterialets evne til at fastholde den interesse er det nødvendigt at kommentere på dette begreb: læring i relation til design-based research.

Den empiriske del af min forskning foregår i et virkeligt undervisningsmiljø med al den farve og kompleksitet som karakteriserer klasserummet. Design-based research er udviklet netop til forskning i dette miljø med fokus på design, udvikling og forbedring af interventioner – om end i relation til læring. Målet i mit projekt er at undersøge elevernes *narrative reception* af forestillingen og i dette begreb, som jeg definerede i Kapitel 5 indgår der både interesse og narrativ erkendelse. Desuden er det relevant at fremhæve at de elever jeg observerer efter al sandsynlighed evaluerer interventionen som et læringsværktøj, hvilket er naturligt for ethvert tiltag, der finder sted i en undervisningssammenhæng. Jeg har desuden valgt at tage det jeg i kapitel 4 kalder et *didaktisk greb* om forestillingen, hvor jeg ser på de didaktiske virkemidler, der indgår i *Den Magiske Kugle* (Kapitel 4) Ovenstående betragtninger viser, at design-based research kan favne det perspektiv jeg lægger på min forskning og derfor er det denne forskningsmetodologi jeg læner mig op af i mine empiriske undersøgelser og analyser.

Jeg vil i dette kapitel ikke give en videre beskrivelse af design-based research som forskningsmetodologi, men vil gå videre med beskrivelsen af, hvilke kvalitative metoder jeg har anvendt i min dataindsamling. Når det er relevant vil jeg i løbet af afhandlingen fremhæve mine metodemæssige overvejelser for, samlet set, at tegne et billede af processen omkring design-based research.



Figur 6.1 Model over det empiriske forløb. Tidslinjen viser forløbet omkring min dataindsamling. De røde cirkler symboliserer elever og markerer, hvor jeg har indsamlet empiri enten i form af spørgeskemaer eller i form af interviews, de små cirkler indikerer statusspørgeskemaer. Nederst i modellen er angivet, hvilken type data jeg har indsamlet, i løbet af den pågældende aktion.

6.2 Empiri

I dette afsnit gennemgår jeg de metoder, jeg har anvendt i min empiriindsamling. Jeg har anvendt det Lindblad og Sahlström (1998) kalder en etnografisk inspireret metode, hvor jeg skifter imellem forskellige teknikker, som bruges i feltforskning til at indfange en kultur med dens praktikker, normer og regler (s.226). For at øge overskueligheden af metodegennemgangen har jeg lavet en tidslinje som model over det empiriske forløb, som det fremgår af figur 6.1. I forlængelse af figuren vil jeg lave en kort gennemgang af de tre aktioner, så man bedre kan relatere metodegennemgangen til den konkrete aktion. De tre aktioner vil blive gennemgået i detaljer i de efterfølgende kapitler.

6.2.1 Kort oversigt over aktionerne

Aktion 1

Aktion 1 er betegnelsen for den proces jeg har været igennem omkring indsamlingen af data vedrørende elevernes reception af *Den Magiske Kugle*. Der var fire klasser, der så forestillingen i teatersalen, og to klasser, der så den på DVD. Eleverne udfyldte et spørgeskema før forestillingen og et spørgeskema efter forestillingen. Derefter gennemførte jeg tre forskellige typer interviews. Ustrukturerede interviews i foyeren lige efter forestillingen, ustrukturerede gruppeinterviews en time efter og

semistrukturerede individuelle interviews indenfor få dage efter forestillingen. Klassen, der gennemførte Aktion 2 blev interviewet både om forestillingen og om forankringsaktionen i dagene efter aktionens afslutning.

Aktion 2

Aktion 2 er betegnelsen for et tværfagligt projekt i fysik og biologi, der tog sin begyndelse da eleverne så forestillingen og derefter arbejdede videre med det faglige indhold ved at udarbejde en rapport i biologi og gennemføre relevante fysikforsøg. I løbet af projektet udfyldte eleverne statusspørgeskemaer, de blev i flere tilfælde videofilmet og jeg observerede dem og tog feltnoter. Projektet blev afsluttet med rapportaflevering, hvorefter eleverne i nye grupper fremlagde deres arbejde for hinanden. Jeg har rapporterne som en del af mit datamateriale samt optagelser af gruppearbejde og fremlæggelser. Efter Forankringsaktionen interviewede jeg eleverne.

Aktion 3

Aktion 3 er betegnelsen for et endagsprojekt, der foregik på gymnasiet. Det forløber ved, at eleverne ser forestillingen på DVD afbrudt af en kort pause. Derefter sendes de på opgaveløb, der består af 9 poster placeret rundt omkring på gymnasiet. Opgaverne har alle forbindelse til det faglige indhold i *Den Magiske Kugle*, de er af meget varierende karakter og niveau og består af alt fra multiplechoice, beregninger af målestoksforhold til forsøg med vanddråber på en mønt. Eleverne udfylder et svarark, som bedømmes i slutningen af dagen, hvor vinderne kåres og udvalgte opgaver gennemgås på tavlen. Dagen afsluttedes med en evaluering af dagen i plenum, hvortil jeg tog noter. Dagen efter blev eleverne interviewet med Q-metodologi.

Jeg vil nu give et overblik over de metoder jeg har anvendt til dataindsamling til de tre aktioner og afslutter gennemgangen med en tabel over min dataindsamling. Eftersom langt de fleste klasser har udfyldt et *før-forestillingsspørgeskema*, vil jeg starte med at beskrive dette før jeg fokuserer på hver enkelt aktion.

Før-forestillingsspørgeskema

Alle klasser jeg har vist forestillingen til, på nær en klasse, der så den på SDU i forbindelse med Dansk Naturvidenskabsfestival og derefter gennemførte Aktion 3, udfyldte et elektronisk *før-forestillingsspørgeskema*. Lærerne bad eleverne om dette og sendte dem et link til spørgeskemaerne via mail. Spørgeskemaet var designet til at give en karakteristik af eleverne, særligt deres holdning til naturfagene, hvordan disse holdninger er blevet formet og påvirket, deres uddannelsesmæssige planer og erfaringer med alternative kommunikationsformer indenfor naturvidenskab i skole regi, såsom ekskursioner og besøg fra universitetet. Dele af spørgeskemaet er inspireret af et spørgeskema, der blev udarbejdet af Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik i forbindelse med forskning og udviklingsprojektet IFUN (http://www.sdu.dk/Om_SDU/Institutter_centre/C_NAMADI-/Forskning/Forskningsprojekter/IFUN.aspx). Dette valgte jeg, eftersom jeg ønskede at kvantificere og

generalisere mine data ved at inddrage de mange elevbesvarelser fra IFUN projektet, hvilket dog i praksis har vist sig ikke at være muligt. *Før-forestillingsspørgeskemaet* kan ses i udprintet form i bilag B.

6.2.2 Metoder til dataindsamling til Aktion 1

Affektive-post-forestillingsspørgeskema

Umiddelbart efter forestillingen udfyldte eleverne et spørgeskema baseret på smileys. Et *affektivt-post-forestillings-spørgeskema*, der repræsenterede de ni basale følelser: sur, glad, keder sig, overrasket, skuffet, neutral, forvirret og interesseret. Denne evalueringsform var inspireret af Ainley, Hidi og Berndorff (2002), der udviklede metoden med det formål at fange elevers affektive reaktioner på en naturvidenskabelig tekst "real time". Jeg anvendte ligeledes metoden til at fange elevernes umiddelbare følelsesmæssige respons på forestillingen. Spørgeskemaet indeholdt også et spørgsmål om, hvor interessant de syntes forestillingen havde været på en skala fra 1-5. Eleverne fik det udleveret sammen med programmet for forestillingen. Spørgeskemaet ses i bilag B. Det var vigtigt for mig at gennemføre denne undersøgelse umiddelbart efter forestillingen, da jeg er overbevist om at situationel interesse skal afsløres i situationen og ikke gennem et interview mange dage senere (Dohn, 2006). Situationel interesse er kontekstafhængig og ustabil og dermed tidsafhængig, hvilket gør undersøgelsens troværdighed tidsafhængig.

Elevinterviews

Jeg har foretaget tre forskellige former for interviews af eleverne efter de har set forestillingen.

Den første type bestod af spontane ustrukturerede interviews i teatrets foyer, efter eleverne havde set forestillingen og var på vej tilbage til deres gymnasier. Disse interviews blev udført i samarbejde med 3 af mine kollegaer.

Den anden type interviews blev gennemført indenfor en time efter forestillingen sluttede. De blev foretaget i grupper, med den klasse jeg arbejdede med i min tværfaglige forankringsaktion, Aktion 2. Interviewene varede ca. 5 minutter, var ustrukturerede og blev optaget med diktafon. Seks grupper medvirkede i disse interviews.

Den tredje type interviews foregik med individuelle elever i form af semistrukturerede interviews, idet jeg fulgte en interviewguide og stillede uddybende spørgsmål når det var relevant. Interviewene varede 15-30 minutter og blev filmet med web-kamera. Interviewene efter aktion 2 og 3 beskrives herunder.

6.2.3 Metoder til dataindsamling ved Aktion 2

Videoobservationer

Jeg har videofilmet de situationer, hvor eleverne var samlet i klassen, enten i fysik eller biologi, samt tre¹ af grupperne under deres gruppefremlæggelser i matrixgrupper og i forbindelse med flere af forsøgene i fysik. Den første dag filmede jeg desuden klassen, da de blev sat i gang med projektet og under deres gruppearbejde omkring computerne. Disse optagelser er af så dårlig kvalitet, at de ikke vil blive inddraget i analysen. Jeg opfattede videokameraerne som hjælpere, eller "note taker" (Harel, 1991) og observerede derfor ofte selv i et andet lokale end der, hvor videokameraerne filmede. Jeg har efterfølgende taget noter til optagelserne og har dermed anvendt optagelserne til at supplere mine feltnoter med. Jeg uddyber problematikken omkring videooptagelser senere i dette kapitel.

Feltnoter

I løbet af hele projektet tog jeg feltnoter. Det foregik dels ved at notere situationsbilleder og dels ved at jeg på skift satte mig i nærheden af grupperne og noterede relevante udvekslinger og kommentarer. I flere tilfælde observerede og noterede jeg gruppernes møde med biologilæreren eller gruppernes samtale med fysiklæreren i løbet af et forsøg. Jeg holdt mig i baggrunden medmindre eleverne henvendte sig til mig eller eleverne udførte et forsøg i tavshed og derfor ikke afslørede deres tanker omkring forsøget. Noterne er primært i stikordsform og indeholder ikke komplette dialoger.

Statusspørgeskemaer

I løbet af forankringsaktionen udarbejdede jeg små spørgeskemaer med højst tre spørgsmål, som eleverne skulle udfylde i slutningen af timen. Jeg havde to primære formål med spørgeskemaerne, for det første at indfange, hvad status på det pågældende tidspunkt var for elevernes interesse for projektløbet og, hvor stor en rolle forestillingen spillede i deres bevidsthed i løbet af projektet. Det gav mig mulighed for at følge den tidlige udvikling af interessen i forhold til projektet. Spørgeskemaerne indeholdt som regel spørgsmålene: hvor interessant synes du jeres emne er? Og hvor meget har du tænkt på forestillingen i løbet af projektet? Spørgsmålene var lukkede og kunne besvares på en skala fra 1-5. I flere tilfælde justerede jeg spørgeskemaerne ind i forhold til den aktuelle situation, så jeg fik suppleret mine noter og belyst en problematik jeg fornemmede, var opstået. Eksempelvis spurgte jeg til fysikforsøgene de dage, hvor det var dem, der dominerede undervisningen frem for emnet i rapporten. Efter fremlæggelsen i matrixgrupper gav jeg eleverne et lidt større spørgeskema vedrørende fremlæggelsen og spurgte dem samtidig om deres oplevelser med at blive observeret af mig. Spørgeskemaet opfordrede eleverne til at komme med yderligere kommentarer omkring projektet, hvilket mange af eleverne benyttede sig af. Spørgeskemaet kan ses i bilag B.

Elevrapporter

Gruppearbejdet i biologi skulle resultere i en rapport, der indeholdt en besvarelse af de 3 opgaver jeg havde stillet hver gruppe indenfor deres emne, samt en gennemgang af de fysikforsøg de havde udført. Eleverne afleverede en kopi af rapporterne til mig og jeg har efterfølgende modtaget en E-mail fra læreren om karaktergivningen.

¹ Enkelte elever i den fjerde matrixgruppe ønskede ikke at blive filmet, men kun observeret.

Post-aktions-interview type 1 - kvalitative forskningsinterview

I dagene efter projektet var afsluttet interviewede jeg 11 af eleverne. Jeg udpegede tilfældigt en-to elever fra hver gruppe. Interviewene blev optaget med web kamera og i et enkelt tilfælde med diktafon på grund af tekniske vanskeligheder. Interviewene tog 20-30 minutter og blev gennemført med hjælp fra en kollega. De foregik i de tilstødende lokaler til det lokale eleverne blev undervist i, et øvelseslokale og et kemikaliedepot. I kemikaliedepotet var der et lysstofrør, der interfererede med lydoptagelsen, hvilket har skabt så meget baggrundsstøj at enkelte ord i tre af elevernes interviews er uforståelige. Det ene interview har jeg været nødt til at kassere, mens jeg i transskriptionen af de andre to har forsøgt at udfylde disse huller så sætningen blev flydende, men samtidig var sikker på ikke at påvirke den overordnede mening i udsagnet. Jeg anvendte en semistruktureret interviewform (Kvale, 1997), hvor vi havde en interviewguide, som ikke blev fulgt kronologisk, men hvor alle spørgsmålene dog blev stillet i løbet af interviewet. Det var tilladt for interviewerens enten at uddybe spørgsmålet eller at stille yderligere spørgsmål, når behovet opstod. Navnene på de elever der skulle interviewes skrev jeg i en kolonne på tavlen inden timen, så eleverne selv kunne forlade undervisningen og liste sig ind til interviewerens og dermed forstyrre mindst muligt.

Med hensyn til fremgangsmåden ved et kvalitativt forskningsinterview beskriver Kvale (1997), hvordan interviewundersøgelsen kan deles op i forskellige stadier fra den oprindelige idé til den endelige rapport.

Ifølge Kvale (2007) er det første trin i en interviewundersøgelse, at afklare, hvad der er formålet med undersøgelsen. I forbindelse med Aktion 1 + Aktion 2 havde jeg to formål med interviewene: Det første formål var at få belyst elevernes subjektive oplevelse med forestillingen i forhold til deres individuelle kontekst. Jeg bad dem således om at fortælle om dem selv, deres interesser, både i fritiden og i gymnasiet og ønsker for fremtidig uddannelse. Jeg bad dem desuden reflektere over, hvorfor deres forhold til naturvidenskab var som de angav. I forhold til forestillingen bad jeg blandt andet eleverne fortælle, hvad den handlede om og hvad de bedst kunne lide og mindst kunne lide omkring forestillingen. Mit andet formål var at undersøge elevernes oplevelser med det tværfaglige forløb og den rolle forestillingen havde spillet under forløbet.

6.2.4 Metoder til dataindsamling ved Aktion 3

Videoobservationer

Efter opgaveløbet gennemgik fysiklæreren en af opgaverne på tavlen, der handlede om at forstå hvor lille en cellemembran er i forhold til det volumen den indeslutter. Jeg optog denne gennemgang, da den viser, hvordan læreren forholdt sig til sin rolle som lærer i løbet af et undervisningsforløb, der blev koordineret af mig.

Lærerinterview

Mit fokus i dette projekt var på eleverne, men i løbet af projektet, blev jeg gradvist mere nysgerrig efter at få indsigt i, hvilke tanker lærerne gjorde sig omkring at lade en forsker påvirke undervisningen i den grad som jeg ønskede for at kunne gennemføre mine aktioner. Samtidig var jeg interesseret i at finde ud af deres holdning til forskeres og forskningsresultaters relation til praksis. Jeg valgte derfor i løbet af min sidste aktion at interviewe læreren i pausen mellem forestillingen og forankringsaktionen.

Post-aktions-interview type 2 - Q-metodologi

Til disse interviews anvendte jeg en metode der kaldes Q-metodologi. Metoden går ud på at bede eleverne forholde sig til en række udsagn om forestillingen og placere dem i et skema i forhold til, hvor enig de er med udsagnet. Eleverne opfordres til at "tænke højt" mens de lægger puslespillet og deres placering af brikkerne i deres puslespil noteres efterfølgende. Metoden vil blive uddybet herunder. Eleverne blev optaget med web-kamera undervejs. Jeg gennemførte disse interviews dagen efter forløbet med hjælp fra en kollega. Jeg anvendte 21 udsagn inspireret af elevernes respons fra de tre naturvidenskabelige klasser jeg tidligere havde interviewet omkring deres modtagelse af forestillingen. Interviewene tog mellem 9 og 37 minutter, afhængig af hvor beslutsomme eleverne var og hvor meget de gik op i at lægge puslespillet. Interviewene foregik i to små lokaler centralt placeret på gymnasiet. Eleverne fik selv lov til at vælge, hvem der ville deltage i et interview, og en enkelt pige fravalgte at deltage. Når en elev var færdig med sit interview sendte denne en anden elev ind til interviewer, hvorved vi forstyrrede undervisningen mindst muligt ved vores tilstedeværelse. Skemaet og de 21 udsagn findes i bilag C.

Formålet med mine undersøgelser var at opnå en subjektiv forståelse af elevernes narrative reception og derfor har de metoder jeg har anvendt fokuseret på individet. Men samtidig har jeg været interesseret i at finde en metode, der, groft sagt, kunne kvantificere subjektive data, ved at danne mønstre eller grupperinger i elevernes individuelle udtalelser. Et naturligt valg til metodetrianguleringen blev derfor den videnskabeligt anerkendte Q-metodologi, en tilgang, der på velstruktureret vis undersøger menneskelig subjektivitet.

6.2.4.1 Q-metodologi

Metoden

Q-metodologi er udviklet af den britiske fysiker og psykolog William Stephenson i 1930'erne og har ligheder med faktoranalyse (Stephenson 1935, 1953). Metoden går ud på at ens informanter rangordner en række udsagn om genstanden for ens undersøgelse, i mit tilfælde videnskabsteaterforestillingen. Stephenson var interesseret i at finde en måde, hvorpå man kan få indsigt i subjektiviteten forbundet med enhver situation f.eks. i æstetiske vurderinger, fortolkning af digte, politiske holdninger, livsperspektiver etc. Det er livet som det leves ud fra den holdning personen, der lever det har, som typisk videregives i kvantitative undersøgelser og det er subjektivitet i denne forbindelse Q-metodologi er udviklet til at indfange og undersøge og som ofte fanger opmærksomheden hos den kvalitative forsker, der er interesseret i mere end bare den målbare del af livet. Q-metodologi kombinerer styrken ved både kvalitative og kvantitative forskningstraditioner eller som Brown et al. (1999) formulerer det; bygger bro imellem de to.

Man kan forestille sig at der er et vist spekter af udsagn, der er repræsentativt for elevernes holdning til videnskabsteaterforestillingen. Dette spekter af udsagn har jeg udvalgt ved at analysere de individuelle interviews jeg gennemførte med elever fra de tre første klasser, der så forestillingen. Udsagnene stammer altså fra elevernes konkurs omkring fænomenet *Den Magiske Kugle*. Om konkursen omkring et bestemt fænomen skriver Steven R. Brown (1991) følgende:

“Concourse is the very stuff of life, from the playful banter of lovers or chums to the heady discussions of philosophers and scientists to the private thoughts found in dreams and diaries. From concourse, new meanings arise, bright ideas are hatched, and discoveries are made: it is the wellspring of creativity and identity formation in individuals, groups, organizations, and nations, and it is Q methodology's task to reveal the inherent structure of a concourse – the vectors of thought that sustain it and which, in turn, are sustained by it”.(Afsnit 2)

Faktoranalyse af resultaterne fra alle deltagerne bruges til at afdække mønstre i respondenternes svar. Mere præcist bruges faktoranalysen til at blotlægge, om der er "underlæggende" mønstre i respondents besvarelser. Er det tilfældet, kan denne gruppe af spørgsmål opfattes som dækkende over den samme bagvedliggende faktor. Metoden bruges altså til at reducere antallet af variable i et datasæt og er dermed en hjælp til at gruppere eleverne i henhold til deres *narrative reception* af forestillingen.

Traditionelle kvantitative analyser interesserer sig primært for at korrelere holdninger/meninger med træk som alder og køn hvorimod Q analyse ønsker at korrelere mønstre i individets udsagn (McCormack, 1998). For at finde frem til disse mønstre inverteres resultaterne før analysen udføres.

Ifølge Stephenson er en persons meninger/holdninger et objekt, der er værd at studere og som danner grundlaget for hans eller hendes subjektivitet og til at studere denne subjektivitet er Q-metodologi et værdifuldt værktøj. Når holdninger afsløres gennem Q-analyse kan de undersøges og sammenlignes med andres holdninger, og så længe dette udføres, ved hjælp af passende operationer, kan dette danne grundlaget for et videnskabeligt studie af subjektivitet.

Q-metodologi er primært blevet anvendt indenfor psykologien (Stephenson, 1987), men vinder i stigende grad frem indenfor andre videnskaber, herunder massekommunikation og uddannelsesforskning. Litteraturen med Q-metodologi er meget omfattende med langt over 2500 publikationer (Brown 2000).

Analyse af Q-sorts

Elevernes Q-sorts analyseres ved hjælp af en faktoranalyse. Peter Schmolck Universiteten i Muenchen har udviklet et program til dette formål kaldet PQMethod (version 2.11), der bygger på et program af John Atkinson fra KSU. PQMethod kan downloades som freeware fra internettet (<http://www.rz.unibw-muenchen.de/~p41bsmk/qmethod/>).

PQMethod gennemfører en faktoranalyse der undersøger en korrelationsmatrix af alle Q-sorts i datamaterialet. Faktorer er svarmønstre i datamaterialet, det vil sige at hver faktor udgøres af et antal Q-sorts med indbyrdes høj korrelation, og som har negativ korrelation med medlemmerne i en anden

faktor. Faktor analyse fortæller os hvor mange forskellige svarmønstre, der findes blandt respondenterne. Man kan gennemføre en bred vifte af statistiske undersøgelser på sine Q-sorts data, men jeg vil i dette projekt holde mig til faktoranalysen der grupperer eleverne i forhold til deres modtagelse af *Den Magiske Kugle*, hvilket var min oprindelige intention med at anvende Q-metodologi.

Gennemførelsen

Vi introducerede eleverne til metoden ved at fortælle dem at de skulle lægge et lille puslespil, som gik ud på at de skulle forholde sig til de 21. udsagn, som de fik udleveret i en lille bunke og placere dem på Q-skemaet i forhold til hvor enige de var med udsagnet. 3+ stod for meget enig og -3 for meget uenig. Eleverne blev bedt om at tale højt om deres overvejelser om hvor udsagnet skulle placeres og de steder, hvor de tog tavse beslutninger spurgte vi til deres overvejelser bag beslutningen.

Eleverne var generelt meget engagerede og det betød meget for dem at deres endelige puslespil var repræsentativt for deres holdninger til forestillingen.

Det viste sig undervejs at der ofte var flere udsagn de var enige i end uenige i, hvilket gav mange af dem vanskeligheder undervejs, som det fremgår af Janes overvejelser omkring udsagnet: Scenen understøttede budskabet:

"Ej, scenen den var altså bare rigtig god, nu bliver jeg nødt til at flytte rundt på nogen [brikkerne i Q-sort]. Og i starten så synes man bare det var mærkeligt og så var der det der vand og de der mærkelige stole de sad i og sådan grenen midt i det hele, men det fandt man jo ud af efterhånden. Så det synes jeg faktisk var rigtig godt bygget op. [Rykker rundt på nogle udsagn for at få plads til udsagnet i 3+]. Jeg synes bare det der med, at scenen understøttede budskabet, at det synes jeg er så vigtigt. Så kunne man også lidt når man ikke forstod det, så kunne man også kigge lidt på scenen" (Jane, QI)

Generelt kommenterede eleverne puslespilsopgaven med små bemærkninger som: "Ej, det er altså godt nok svært det her", "Jamen det synes jeg jo osse" og "Jeg er bare ikke så glad for at lægge den der" og nogle af optagelserne bærer præg af lange pauser, hvor eleverne sukker og stønner, mens de overvejer, hvordan de kan flytte rundt på udsagnene, så de kan få plads til et udsagn i en ellers fyldt kolonne.

6.2.5 Observation i felten

Hvordan oplever eleverne det at blive videofilmet og observeret?

I bogen Videoobservationer (Alrø & Dirckinck-Holmfeld, 1997) behandles blandt andet om problematikken ved arbejdspladsoptagelser, hvor videokameraerne primært hænger på gangene og dermed filmer overgangene mellem to møder, eller to arbejdsopgaver eller ens tur til toilettet (Christiansen, 1997). Det vil sige perioder i løbet af ens arbejdsdag hvor man er "privat", hvor man ikke behøver at præstere, hvor man kan være uformel. Gør jeg ikke noget tilsvarende ved eleverne, når jeg nu går rundt og netop filmer de situationer, hvor de ikke er til vurdering, hvor de trygt kan arbejde med en opgave sammen med kammeraterne i gruppen og kan stille de "dumme" spørgsmål? Og hvad med pauserne, hvor jeg i nogle tilfælde sad ved bordet ved siden af dem og lyttede til, hvad de snakkede

om – er det rimeligt at observere dem under en uformel snak med kammeraterne? Jeg kender ikke svaret på spørgsmålet, men jeg mener, at det er vigtigt, at man som forsker vurderer om det datamateriale man kan indsamle ved at observere eller videofilme eleverne i enhver situation har så meget værdi at det kan retfærdiggøre observationen. Under fremlæggelsen i matrixgrupper var der en af grupperne, der ikke ønskede at blive videofilmet, men kun observeret, hvilket jeg selvfølgelig respekterede. På et andet tidspunkt under fysikforsøgene oplevede jeg desuden at en elev nægtede at svare på mine spørgsmål, fordi han ikke syntes det ”ragede” mig, hvilke overvejelser han havde gjort sig omkring forsøgsopstillingen. I dette tilfælde valgte jeg mere åbent at forklare eleven, hvad det var jeg observerede – om han relaterede forsøget til noget af indholdet i forestillingen og altså ikke på hvor god han var til at gennemtænke en forsøgsopstilling. Jeg besluttede det, både for at gøre ham bedre tilpas, men også for at undgå at hans indstilling til mig smittede af på de andre elever. Det viste sig at den større åbenhed omkring mine observationer var en god løsning i situationen.

Det er vigtigt at gøre det klart for eleverne, at de kan vælge fra og, at jeg ikke er interesseret i, hvor klogt de udtaler sig eller, hvor disciplinerede de er, men derimod gerne vil have et sandt billede af situationen. I flere tilfælde oplevede jeg elevernes nysgerrige blikke efter jeg i lang tid havde observeret dem og pludselig gav mig til at notere. De har uden tvivl spekuleret på, hvad de lige havde sagt, der var værd at notere og hvorfor jeg valgte at notere netop den kommentar og ikke de andre. Eleverne reagerede i starten også meget forskelligt på min tilstedeværelse, fra demonstrativ ligegyldighed til intimideret tavshed. Med andre ord er jeg sikker på at de har været påvirket af min tilstedeværelse, om end den påvirkning aftog som tiden gik. Men er jeg dermed gået glip af, for mig, interessante kommentarer, fordi de har været tilbageholdende, nej, det tror jeg næppe. De ting de har afholdt sig fra at sige har nærmere været venskabelige eller direkte private udvekslinger end af faglig karakter. De har muligvis været mere fokuseret på arbejdsopgaven end på at socialisere, og netop socialiseringen har ikke været genstand for min interesse. Undersøgelser af menneskers påvirkning ved tilstedeværelsen af et kamera eller en observatør bekræfter mine egne oplevelser med at eleverne hurtigt vænner sig til kameraet og observatøren og derefter opfører sig naturligt (Bjørndal, 2007 og Alrø, 2001).

Jeg har både i spørgeskemaerne og i slutningen af mine interviews spurgt eleverne om, hvordan de har oplevet det at blive filmet og observeret af mig.

”Jeg tror bare det var lidt irriterende, at der hele tiden sad et kamera i ens ryg. Det kunne jeg slet ikke lide” (Emma, II).

”Lige i starten, hvor hun kom med kameraet, da kunne man godt sådan - Oh fuck, prøve at gemme sig lidt, men jeg synes det var indtil man vænnede sig til det. Til sidst så tænkte man ikke så meget over det, også fordi hun sagde, at det var jo kun hende, der så det[...]når det bare er hende, der alligevel har set det én gang, så overlever man nok lige” (Dorthe, II).

”Det har ikke haft nogen betydning overhovedet” (Signe, II).

Generelt er der tre typer svar på mit spørgsmål til eleverne om hvordan det var at blive observeret og filmet af mig. En enkelt af de adspurgte var meget irriteret og følte sig hæmmet af det. Langt de fleste kommenterede at de hurtigt vænnede sig til det og at det derefter ikke påvirkede dem. Resten kom-

menterede at det overhovedet ikke havde nogen betydning. Samlet set var klassen forholdsvis upåvirket af mine observationer. I forhold til de elever der skulle vænne sig til kameraet og min tilstedeværelse havde det været hensigtsmæssigt at vænne eleverne til det inden projektforløbet startede, men i praksis har det næppe haft nogen betydning for min dataindsamling.

Hvad får man med når man videofilmer?

Video til observationsformål har den væsentlige fordel at man kan indfange kommunikationen både visuelt og auditivt. I levende billeder og lyd kan kommunikationens dynamiske udvikling og handling fastholdes og det er muligt at opfange både verbale og nonverbale aspekter. Desuden muliggør videooptagelser næranalyse fordi man ved gentagne afspilninger får mulighed for at studere væsentlige detaljer som måske ikke umiddelbart er synlige. Men det er vigtigt at huske på at videooptagelsen ikke er identisk med virkeligheden. Det er vigtigt at videoobservationer bliver sat ind i den rette kontekst af forskeren, når resultaterne skal analyseres. Optagelserne er ikke objektive, der ligger en masse valg bag hver optagelse, de skal forklares, der er vinkler, der ikke filmes og der sker ting uden for billedet man ikke får med (Kofoed, 1997).

Som det fremgår af min gennemgang af metoder til de forskellige aktioner har jeg anvendt mange forskellige metoder til min dataindsamling og afprøvet forskellige forløb med forskellige klasser. For at bevare overblikket har jeg lavet en tabel (Tabel 6.1) med en oversigt over, hvilke metoder jeg har anvendt til min dataindsamling, og hvem der har medvirket.

Tabel 6.1 Tabel over dataindsamlingen

Beskrivelse		Spørgeskemaer			Observationer		Interviews			Deltager
		Før	Smileys	Status	Video	Noter	GI*	II**	QI***	
Analyse af <i>Den Magiske Kugle</i>	Dramaturgisk greb							X		OGM
	Didaktisk greb							X		AKB
	Fagligt greb									BN
Aktion 1	Undersøgelse af elevernes <i>narrative reception</i>	X	X			(X)	X	X		2.N
		X	X					X		1.N
		X	X					X	X	2.S
		X	X							3.Bt 3.B
Aktion 2	Tværfagligt projekt			X	X	X		X		2.N
Aktion 3	Opgaveløb				X	X			X	2.S
								X		KSH

*Gruppeinterviews, **Individuelle interviews, ***Q-metodologi

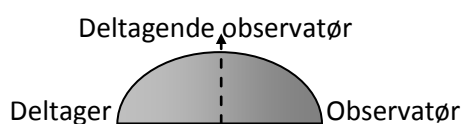
OGM: Ole G. Mouritsen, AKB: Anne K. Bugge, BN: Bent Nørgaard; 2.N: 2.g klasse med naturvidenskabelig studieretning; 1N: 1.g klasse med naturvidenskabelig studieretning; 2.S: 2.g klasse med samfundsvidenskabelig studieretning; 3.Bt: 3.g hold med Bioteknologi A; 3.B: 3.g hold med Biologi A; KSH: Fysiklærer for 2.S. Klasserne er nærmere beskrevet i kapitel 7.

6.2.6 Min rolle under afvikling af forankringsaktionerne

I dette projekt har jeg fungeret både som designer, forsker og underviser. Styrken i dette er at man kan observere, hvordan de tre elementer flyder sammen og har gavn af hinanden i løbet af processen.

Under projektforsløbet i Aktion 2 var jeg, hvad man kalder deltagende observatør (Harboe, 2006). Observation kan inddeles efter grad af forskerens involvering i de omgivelser der observeres (figur 6.2). I den ene yderpol er forskeren udelukkende deltager. Både arbejdsmæssigt og funktionsmæssigt er man en del af de omgivelser man observerer. Den anden yderpol indebærer at forskeren udelukkende er observatør, hvorved forskerens eventuelle påvirkning på deltagernes adfærd i teorien bliver minimal – min opfattelse er dog at eleverne i højere grad føler sig observeret og påvirket ved at have en forsker siddende i lokalet der stiltiende noterer, hvad hun observerer frem for at interagere med eleverne og dermed ”afmystificere” sin person og sit formål. Imellem yderpunkterne findes, som angivet på figuren, deltagende observatør, hvor forskeren deltager i en grad så indlevelse i det fremmede er muligt, og samtidig giver observation mulighed for distancering til det sete.

Der var stor forskel på, hvor meget jeg interagerede med lærerne i løbet af Aktion 2, hvilket havde indvirkning på min rolle under projektforsløbet. Biologilæreren inddrog mig i høj grad i sine tanker omkring eleverne, deres indsats og oplevelser med forløbet, og eftersom rapportskrivningen i form af



Figur 6.2

Forskerens kan under observationer befinde sig i et dynamisk kontinuum inden for yderpolerne i figuren, fra aktiv deltager til ikke deltagende observatør.

gruppearbejde, hvor elevernes samtaler var af stor interesse for mig, primært foregik i biologitimen, var det i hans timer, jeg havde den største kontakt til eleverne. Fysikundervisningen i projektperioden foregik dels som tavleundervisning og dels, hvor eleverne lavede forsøg. Jeg blev kun i ringe grad inddraget i fysikundervisningen og var hovedsagelig observatør i fysiktimerne, hvorimod jeg var deltagende observatør i biologitimerne. Årsagerne til denne forskel i de to fag bunder primært i forberedelsen til projektforsløbet, hvor jeg primært stod for forberedelsen af biologidelen mens fysikdelen overvejen- de blev tilrettelagt af fysiklæreren. Fysiklæreren var desuden pædagogikumstuderende og derfor ikke ligeså rutineret til at blive observeret og inddrage forskere i sine didaktiske overvejelser, som den mere garvede biologilærer.

Ifølge (Wolcot, 1990) vil forskeren i begyndelsen af et observationsforløb være tilbageholdende, mest iagttagende og beskrivende for senere at involvere sig mere og fokusere sine observationer. Der findes således tre forskellige niveauer af observation – deskriptiv, fokuseret og selektiv – som forekommer i løbet af en observation. Den deskriptive er den mindst strukturerede form, hvor man som forsker, forsøger at lære genstandsfeltet at kende og hele tiden stiller spørgsmålstejn ved, hvad det er man observerer. Med tiden bliver observationen mere fokuseret, det forstyrrende ved nye omgivelser, nye elever og ny aktion træder i baggrunden. Man bliver mere afklaret med, hvad der er relevant at obser-

vere og notere. I slutningen af en observation får forskeren overskud til at være selektiv i sine observationer, og lede efter sammenhænge, mønstre og strukturer.

Min oplevelse var at jeg i starten af observationen var urutineret i at sortere i relevante og irrelevante observationer. Særligt efter mange timers observation, falder koncentrationsevnen og jeg blev forledt til at fokusere på det umiddelbart interessante såsom gruppens samarbejdsevne eller andre mellem-menneskelige spil, der finder sted i en gymnasieklasse under gruppearbejde, men som ikke har relevans for mit studie. I starten af et projektforsløb er der desuden en række ting som spiller ind på ens overskud som observatør. Det er min erfaring at der, som regel, er nogle ting, der skal aftales med læreren, eventuelt nye kontakter til andre lærere, der skal etableres eller vedligeholdes, et kamera der skal stilles op, eller nogle noter der skal uddybes. Alt sammen ting, der bevirker, at man ikke lige får drukket sin kaffe og spist sin frokost og dermed holdt en pause i løbet af en dag som observatør.

Cato kommenterer netop denne problematik omkring observatørens fysiske og psykiske tilstand, sammen med ni andre fejlkilder, hvoraf jeg vil fremhæve dem, der umiddelbart virker aktuelle for mine observationer (Bjørndal, 2007). En af disse fejlkilder er førsteindtrykket, det første indtryk vi får af en person. Mennesker har en tendens til at lede efter bekræftelse på vores første indtryk af personer og relationer. Personligt kan jeg huske fristelsen til i højere grad at respektere udsagn, der kommer fra elever, der har givet mig et positivt førsteindtryk. I mit tilfælde var det netop af ligeså stor værdi at lytte til de udsagn, der kom fra elever med en negativ holdning til den aktion jeg observerede, og en elev der tiltrækker observatørens opmærksomhed med negative kommentarer kan have stor indflydelse på ens førsteindtryk af vedkommende. En anden vigtig fejlkilde er virkningen af observatørens tilstedeværelse. Som tidligere nævnt var det vigtigt for mig at "afmystificere" min tilstedeværelse, så eleverne blev trygge ved at jeg observerede dem. I forhold til denne "afmystificering" skal man balancere imellem, hvor meget eleverne skal vide omkring mit formål med observationen, så de på en gang bliver trygge ved min tilstedeværelse og samtidig ikke ved så meget at de bevidst eller ubevidst kommer til at "please" mig og mine interesser ved deres kommentarer (Alrø *et al.* 1997, s. 65). Jeg kommer nærmere ind på denne problematik senere i dette kapitel under validitet. Den bedste måde at minimere effekten af fejlkilder er, for det første, at være bevidst omkring dem og dernæst at træne i at være observatør. For mit eget vedkommende kunne jeg tydeligt mærke at jeg havde mere overskud i slutningen af projektforsløbet til at indfange de interessante situationer og stille de relevante spørgsmål, der kunne belyse situationen bedst muligt.

Hvordan introducerede jeg mig selv?

Jeg skulle altså finde ligevægten mellem at få min person afmystificeret og samtidig ikke afsløre for meget om hvad det var jeg gik efter at observere. Jeg havde to formål under introduktionen af mig selv. For det første var det vigtigt at få præsenteret min person, så jeg fremstod så tillidsvækkende som mulig og dernæst skulle jeg have lov til at filme eleverne i løbet af projektet. Til Aktion 2 sagde jeg følgende:

Hej, jeg hedder Stinne Hørup Hansen, jeg kommer fra Syddansk Universitet, hvor jeg er ved at uddanne mig til at blive forsker. Jeg forsker i, hvordan unge mennesker, nemlig sådan nogle

som jer, oplever naturvidenskabsundervisningen i gymnasiet. Jeg vil gerne starte med at sige tusind tak, fordi I har besvaret det elektroniske spørgeskema jeg har lavet til jer, det er meget vigtigt for min forskning, så det er jeg meget glad for. Jeg skal følge jer de næste par uger, når I har biologi og fysik. Det er vigtigt for mig at fortælle at de ting I siger og gør ikke bliver vist til jeres lærere og at jeg ikke har nogle følelser i klemme omkring, hvor vidt I kan lide det tværfaglige projekt eller om I kunne lide forestillingen, alle holdninger er af interesse for min forskning.

Så skal jeg lige høre om der er nogen af jer, der meget nødt vil videofilmes? (pause) I er selvfølgelig velkomne til at sige nej, I kan altid komme hen bagefter og sige det til mig. Så vil jeg også spørge om jeg må vise optagelserne til mine kollegaer, der arbejder med det samme som jeg gør? (pause) Hvis jeg skal vise det til større grupper vil I få et andet navn og jeg vil skjule jeres ansigter så I er anonyme.

Godt, så synes jeg I skal gå i gang. Jeg sætter nogle kameraer op på nogle af grupperne og ellers vil jeg i løbet af den næste time lige komme rundt og stille jer nogle spørgsmål omkring forestillingen.

I er meget velkomne til at komme og spørge mig om noget omkring mine observationer, hvis I har lyst til det.

Som det fremgår af min introduktion går jeg ikke i detaljer omkring mine observationer, man kunne kalde det delvis åbenhed overfor de observerede. Jeg forsøgte også at understrege min egen objektivitet omkring projektet, i et forsøg på at få eleverne til at hjælpe mig med at afbøde for den konflikt jeg kunne risikere at befinde mig i som både designer og kritiker af interventionen, som også påpeges af The Design-Based Collective:

*“By trying to promote objectivity while attempting to facilitate the intervention, design-based researchers regularly find themselves in the dual intellectual roles of advocate and critic.”
(Design-Based Collective, 2003, s 7)*

Jeg valgte at starte mine observationer med små interviews i grupperne, dels for at høre, hvad eleverne mente om forestillingen, men primært for at møde alle eleverne, så de havde prøvet at ”tale med mig” inden jeg begyndte at observere dem. Som Alrø og Dirckinck-Holmfeld skriver, så skabes kontakt og tillid bedst gennem personlig kontakt og deltagende observationer, før kameraet bringes på banen (Alrø & Dirckinck-Holmfeld, 1997). Det kan diskuteres om et stiltiende tilsagn til at lade sig videofilme er tilstrækkeligt rent etisk. Uden dog at have mødt problemer omkring denne fremgangsmåde, vil jeg inden fremtidige observationer foretrække at indhente underskrifter fra eleverne og lærerne.

Hvordan oplevede jeg det praktiske i at skulle filme eleverne?

Under feltarbejdet har man som ene forsker travlt. Aktion 2 bestod i overvejende grad af gruppearbejde og jeg besluttede mig for at indsamle mest mulig empiri den første dag, da jeg antog at forestillingen med størst sandsynlighed ville blive nævnt her. Desuden var jeg ikke afklaret med i hvilke situationer jeg kunne hente mest materiale og besluttede mig derfor for at sætte videokamera på to af

grupperne og desuden gå rundt og tage feltnoter. Det blev dog hurtigt klart at videokameraerne var meget intimiderende for nogle af eleverne, hvilket jeg vil diskutere herefter, og desuden var det en næsten umulig opgave for én person. Jeg vidste ikke på forhånd, hvor eleverne ville gå hen og kunne derfor ikke sætte kameraer op før timen startede. Det viste sig at gruppearbejdet kom til at foregå i to computerlokaler og grupperne sad således omkring to computere per gruppe. Desuden var ledningerne til videokameraerne nødt til at gå igennem hele lokalet og den meget uro gjorde det nødvendigt at sætte kameraer meget tæt på grupperne, så der ikke gik nogen ind foran dem hele tiden. Det er min overbevisning at der i denne situation var en overeksponering af teknikken, som Rasmussen (1997) beskriver det. Derudover kunne båndene kun filme i 45 min ad gangen og skulle derfor skiftes ofte. Et andet problem var når eleverne holdt pause og forlod deres pladser uden at give mig besked. De kunne også finde på at flytte et andet sted hen så kameraet ikke filmede dem. Jeg havde et ønske om ikke at påvirke dem for meget med mine optagelser ved at give dem frihed til at opføre sig som de plejede under gruppearbejde i håb om at få så naturtro optagelser som muligt. Men den frihed jeg gav dem gik ud over kvaliteten af mine optagelser. Jeg forsøgte at bruge mest mulig tid med at observere og tage feltnoter, og mindst mulig tid omkring videokameraerne for dermed at nedtone teknikken og ikke trække for meget opmærksomhed på dem. Kameraerne spillede dermed rollen som "stille observatør" beskrevet af Idit Harel (Harel, 1991). Resultatet blev at jeg ikke sjældent kom til et kamera der var løbet tør for bånd eller som filmede en tom stol, fordi gruppen havde forladt pladsen, måske som reaktion på en overeksponering af teknikken (Rasmussen, 1997). Den tid jeg brugte på kameraerne gik fra den tid, hvor jeg kunne tage feltnoter og set i bakspejlet skulle vi enten have været to til dataindsamlingen eller også skulle jeg have valgt *en* af metoderne, frem for at gennemføre begge metoder på nedsat kraft. De følgende dage valgte jeg derfor at fokusere på at tage feltnoter når eleverne arbejdede i grupper og anvendte kun videokameraet under klasseundervisning og i den sidste fase af aktionen hvor matrixgrupperne sad omkring et bord og fremlagde for hinanden.

Når man arbejder med kvalitative undersøgelser er det vigtigt at sikre troværdigheden af ens resultater ved at sikre en troværdig dataindsamling og en troværdig analyse af dataene. Dernæst skal man sikre at de metoder man anvender, undersøger det man har til hensigt at undersøge. Disse to problematikker betegnes, henholdsvis reliabilitet og validitet, og er temaet for det følgende afsnit.

6.3 Reliabilitet og validitet

Reliabiliteten er et udtryk for nøjagtighed og konsistens af den måde, hvorpå man gennemfører et forsøg og indsamler sine data og kan i kvantitative studier bestemmes matematisk. Reliabilitet er således et udtryk jeg er meget fortrolig med fra mine kvantitative naturvidenskabelige laboratorieforsøg med kontrolgrupper og beregning af korrelationskoefficienter og varianser (Cronbach, 1990). I kvalitative studier er reliabiliteten straks sværere at vise, da den samme undersøgelse i princippet ikke kan gennemføres mere end en gang, og studierne er kontekstafhængige, subjektafhængige og afhængige af den eller de forskere, der indsamler data og efterfølgende analyserer og tolker dataene. En måde at sikre reliabiliteten i kvalitative studier er således ved *gennemsigtighed* i alle stadier af forskningsprocessen. Dette bevirker at man som forsker udstiller sine egne kompetencer til at gennemføre forskning-

gen, samt den udvikling man gennemgår i løbet af eksempelvis et ph.d. studium, hvilket også fremgår af min gennemgang af mine oplevelser som observatør tidligere i kapitlet.

Validitet betyder at sikre at ens forskning undersøger det, man har til hensigt at undersøge (Kruuse, 1989). Validitet kan sikres på flere måder: man kan anvende metodetriangulering, hvor man bruger forskellige metoder til at undersøge det samme fænomen eller forskertriangulering hvor flere forskere deltager i dataindsamlingen og analysen. Man kan udføre sin undersøgelse med forskellige klasser. Man kan få informanterne til at besvare forskellige spørgsmål, der alle belyser det samme emne, men fra forskellige vinkler. I mit projekt har jeg som det fremgår af de forrige afsnit inddraget jeg forskellige metoder til at undersøge det samme fænomen. Jeg har således anvendt metodetriangulering til sikring af dataenes validitet.

Under observationsstudier skal man være opmærksom på at man ikke er offer for selektiv perception (lægger mærke til noget og ser ikke resten) eller fortolker det observerede ud fra sin egen verden i stedet for konteksten og deltagernes perspektiv. Denne problematik kan imødekommes ved at anvende forskertriangulering, hvor flere forskere analyserer det samme materiale eller foretager observationer, hvorefter resultaterne sammenlignes. Forskertriangulering er dog sjældent praktisk muligt i et ph.d. projekt. Men problematikken kan imødekommes ved observatørtræning.

Et kendt fænomen fra den pædagogiske uddannelsesforskning er det man kalder Hawthorne-effekten. Fænomenet beskriver den effekt, at produktiviteten stiger, når virksomheden interesserer sig for arbejderens behov. Fænomenet stammer fra Hawthorne-studierne, som var et eksperiment der blev udført på General Electrics fabrikker i Hawthorne, USA i årene 1927-1932 (Roethlisberger & Dickson, 1939). Eksperimentet skulle finde sammenhænge mellem ændringer i det fysiske arbejdsmiljø og ændringer i arbejderens produktivitet.

Forventningen om at en forbedring i arbejdsmiljøet ville forøge produktiviteten blev bekræftet, men man viste meget overraskende, at produktiviteten også steg, når forsøgsgrupperne vendte tilbage til deres oprindelige, dårligere arbejdsmiljø. Uanset hvilke ændringer, man indførte, medførte det en højere produktivitet. Endnu en overraskelse var, at kontrolgruppernes produktivitet også steg - selvom deres arbejdsmiljø overhovedet ikke blev ændret.

Resultaterne blev tolket sådan, at medlemmerne af forsøgsgruppen oplevede sig selv som noget ganske særligt ved at være udvalgt. Kontrolgruppen blev observeret og fik på denne måde også en fornemmelse af, at man interesserede sig for deres behov: man gav dem opmærksomhed. Med andre ord vil, enhver intervention, hvor forskere eller lærere giver eleverne særlig opmærksomhed give et positivt resultat.

I lyset af dette fænomen er det relevant at overveje om de elever og lærere jeg har observeret har gjort sig særlig umage, fordi jeg var til stede og observerede og filmede dem, om de bevidst eller ubevidst har forsøgt at "please" mig. Det har de højst sandsynligt i de første timer, men det er min overbevisning at de med tiden har slappet mere af og givet mig et forholdsvist sandt billede af deres naturlige opførsel i situationen.

Der er også et andet fænomen, der også har stor indflydelse på den type forskning jeg har lavet, nemlig det at lærerne oftest kun er villige til at deltage i forskningsprojekter, med ”gode klasser”. Det vil sige klasser læreren har det godt med og, hvor de er sikre på at projektet bliver en succes, så de ikke ”taber ansigt” overfor forskeren. Den bedste måde at løse denne problematik på er at etablere et tæt samarbejde med læreren, så der opstår et fortrolighedsforhold mellem forskeren og læreren. Det har været muligt i mit projekt at etablere et fortrolighedsforhold til lærerne, for det første fordi jeg i andre sammenhænge har samarbejdet med lærerne og for det andet fordi det er eleverne og deres arbejde med det undervisningsmateriale jeg har udviklet, der har været genstand for min forskning og ikke lærerne selv.

I sidste ende skal man, som tidligere nævnt, tilstræbe *gennemsigtighed* i sin præsentation af undersøgelsen, så læserne af projektet kan følge argumentationen via kendskab til forskerens forudsætninger, metodevalg, empiriindsamling, analysestrategi og tolkning. Kun derved kan man sikre troværdigheden og videnskabeligheden af ens projekt. Som Halkier skriver:

”Derfor bliver reliabiliteten i højere grad et spørgsmål om at eksplicitere og synliggøre de måder og metoder, hvorpå man har produceret og bearbejdet sit datamateriale, således at andre kan vurdere dem som værende af håndværksmæssig kvalitet ” (Halkier 2002, s. 111).

6.4 Sammenfatning af kapitlet

Projektets metodologiske grundlag er design-based research, hvor målet med forskningen er at opnå ’anvendelig viden’, der kan bruges til at udvikle og forbedre de områder man undersøger. I design-based research er genstandsfeltet for ens undersøgelser innovative undervisningsmiljøer. Projektet anvender en bred vifte af kvalitative metoder, herunder kvalitative interviews, interviews med Q-metodologi, videoobservationer og feltnoter. Jeg har fungeret som deltagende observatør under de empiriske undersøgelser, hvilket kræver erfaring, da man både skal observere, betjene videokamera og fokusere blandt al den farve og kompleksitet der karakteriserer klasserummet, ikke mindst når eleverne arbejder i grupper og er spredt udover flere lokaler. Samtidig skal man være opmærksom på de påvirkninger ens tilstedeværelse kan have på genstandsfeltet. I datafremstillingen er ærlighed og gennemsigtighed afgørende for reliabiliteten.

7

Undersøgelsens informanter

Hvem er informanterne og hvorfor? Hvad er klassernes og de enkelte elevers forhold til naturvidenskab og hvordan forløb dataindsamlingen i de enkelte klasser?

Dette kapitel indeholder en præsentation af de klasser og elever, der har været mine informanter i forskningsprojektet, samt en beskrivelse af omstændighederne omkring at klasserne så forestillingen. Det er dermed *modtagelsesfacetten* i min *narrative receptionsanalyse*, der vil blive udfoldet i det følgende.

Før jeg præsenterer og beskriver klasserne og databehandlingen, vil jeg fortælle lidt om baggrunden for mit valg af informanter.

7.1 Implementering af undersøgelsen

Den følgende beskrivelse har ikke direkte forbindelse til analysen af mine resultater, men den er berettiget en plads i afhandlingen, da den forklarer, hvilke klasser, der så forestillingen, og hvorfor det blev netop de klasser. Det er en fortælling om de vanskeligheder, jeg oplevede med at få gymnasielærerne til at engagere sig i projektet.

7.1.1 Markedsføring til gymnasiet

Center for Kunst og Videnskab var fra starten af meget opsat på at vise forestillingen til et stort antal gymnasieelever. De lavede pressemeddelelser og annoncer i gymnasielærerblade. Til rektorer og gymnasielærere, som Center for kunst og videnskab havde kontakt til, sendte de, knap et år før forestillingen blev opført, et brev omkring forestillingen. Dette brev blev fulgt op med endnu et brev i november 2006, to måneder før forestillingerne startede. Dette gav ingen forhåndstilkendegivelser fra det almene gymnasium.

Herefter valgte jeg at gå aktivt ind i markedsføringen for at få mit genstandsfelt på banen. Sammen med instruktøren tog jeg rundt på fire gymnasier for at reklamere for forestillingen til gymnasiernes

morgensamlinger. Formålet var at appellere til eleverne, så de kunne være initiativtagere til at se forestillingen og opfordre deres lærere til at se den i gymnasiesammenhæng. Denne markedsføringsstrategi fik kun en enkelt klasse til at købe billetter til forestillingen.

7.1.2 Min kontakt til lærerne

Jeg havde til mit projekt fået stillet publikumspladser til rådighed til tre klasser til en formiddagsforestilling, og jeg kunne derfor tilbyde klasserne at se forestillingen gratis i skoletiden. Mit ønske var at opnå maksimal diversitet i blandt mine informanter. Det vil sige, at jeg ønskede elever fra alle klassetrin, forskellige studieretninger og fra flere fag.

Jeg henvendte mig per mail til en række gymnasielærere, som jeg enten var blevet henvist til af kollegaer eller tidligere havde samarbejdet med. Min henvendelse var flerfoldig, i dét jeg tilbød lærerne en gratis naturvidenskabelig oplevelse sammen med deres klasser, mod at jeg fik lov til at forske i elevernes oplevelse med forestillingen. Desuden var jeg interesseret i at finde to klasser, der efterfølgende ville deltage i et opfølgende tværfagligt forløb (Aktion 2).

Jeg modtog interesselilkendegivelser fra langt de fleste lærere, som eksemplet viser:

Kære Stinne

Jeg skal nok finde en klasse. Det lyder MEGET spændende. (Fysiklærer, 11.01.2007)

Men som det tydeligt fremgår af nedenstående uddrag af min mailkorrespondance med gymnasielærere var de ret ophængte og i sidste ende kunne de færreste overskue at inddrage arrangementet som et led i deres undervisning eller blot tage med eleverne hen for at se forestillingen.

...jeg er desværre nødt til at meddele dig at vi ikke kan deltage i arrangementet. Vi har så mange nye tiltag og samarbejder i gymnasiet i disse uger, det kombineret med sygdom gør at vi må aflyse. Jeg beklager meget !! (Biologilærer, 22.01.2007)

...Undskyld jeg har været så længe om at svare dig, men vi har været lidt hårdt hængt op på det sidste. Den klasse jeg har, har matematik, fysik og kemi som fag og mangler derfor biologien. Normalt ville jeg være villig til at springe på hvad som helst, men klassen er lidt "mast" for tiden og vi har netop opgivet at deltage i Science Cup selv om vi ellers var tilmeldt. (Fysiklærer, 20.12.2006)

Det lyder som et spændende projekt...Når jeg ved noget melder jeg tilbage - du er velkommen til at minde mig om det, for der er masser af jern i ilden lige nu og det skulle helst ikke strande på en småstresset gymnasielærers lettere hullede hukommelse :-)(Fysik, 07.12.2006)

Heldigvis var der nogle få lærere og klasser, der havde overskud til at få det passet ind:

Tak for tilbuddet. Jeg har en 2.g, i fysik, og klassen har også biologi og kemi. Jeg har forelagt idéen for klassen, og den og jeg vil gerne deltage.

Jeg spørger i første omgang klassens lærere i kemi og biologi, om de vil være med. Når jeg har fået svar fra dem, vender jeg tilbage. (Fysiklærer, 13.12.2006)

Som datoen for forestillingen nærmede sig var der to klassers lærere, der sprang fra på grund af tidspres og for mange aktiviteter. Jeg kunne ikke gardere mig mod dette ved at tilbyde forestillingen gratis til flere klasser end jeg havde pladser til, derfor stod jeg blot en uge før forestillingen og manglede klasser til gratisforestillingerne. Resultatet blev, at jeg kontaktede en interesseret lærer, der

havde et højniveau hold i bioteknologi og fik desuden biologilæreren fra klassen, der skulle lave det tværfaglige forløb (forankringsaktion 1) til at tage sit højniveauhold i Biologi med ind og se forestillingen. Begge klasser var fra den gamle studieordning før Gymnasireformen trådte i kraft i 2005. Det er interessant at bemærke at bioteknologi A genindføres som et forsøg fra skoleåret 2009/2010 som et nyt fag i stx og htx. På undervisningsministeriets hjemmeside fremgår det at:

Faget skal sætte fokus på emner inden for bioteknologi og skal omfatte stofområder og arbejdsmetoder, som universiteter, forskningsinstitutioner og sundhedsorienterede dele af industrien forventes at efterspørge i fremtiden.

...

Forud for indførelsen af gymnasireformen blev der gennemført forsøg med bioteknologi A, og disse forsøg skal indgå i arbejdet med at udvikle faget.

(Undervisningsministeriet, 13.3.2008)

Det nye bioteknologi A skal således trække på resultaterne fra den tidligere forsøgsordning, som den klasse jeg undersøgte var en del af.

En anden ting, der er værd at fremhæve i forhold til de to 3.g klasser, der endte med at deltage i min undersøgelse er, at TIMSS undersøgelsen har vist at der i alle lande er en gennemgående tendens til, at interessen for et naturfag falder, i takt med at det faglige niveau stiger (Martin *et al.* 2003). På baggrund af disse resultater kan man konkludere, at det også er vigtigt at henvende sig til de elever, der netop *har* valgt de naturvidenskabelige fag i gymnasiet, så de fastholdes i deres interesse og oplever undervisningen på de højere niveauer som meningsfuld.

7.2.3 Klasserne

Enden på det hele blev, at 3 klasser så forestillingen gratis den 29. januar 2007 kl. 10.00, 1 klasse betalte for at se forestillingen den 30. januar kl. 20.00. en 2. g klasse gennemførte efterfølgende Aktion 2 i fysik og biologi i de følgende 2 uger. Desuden har 2 klasser set Den Magiske Kugle på dvd, den ene under et besøg på Syddansk Universitet, som en del af Dansk Naturvidenskabsfestival i 2007 og den anden som et led i en temadag på deres eget gymnasium. Begge blev fulgt op med Aktion 3.

Tabel 7.1 Oversigt over klasserne

Reference	Klassen	Antal	Fag	Opfølgning
2.N	2. g Naturvidenskabelig studieretning	23	Fysik B og biologi C el. B	Aktion 2
3.Bt	3.g Bioteknologi, gammel reform	13	Bioteknologi A	
1.N	1.g Naturvidenskabelig studieretning	24	Fysik B	
3.B	3.g Biologi højniveau	10	Biologi A	
2MSd ¹	2.g Sproglig studieretning	22	Biologi C, DNF ²	Aktion 3
2.S	2.g Samfundsvidenskabelig	23	Fysik C	Aktion 3

¹d indikerer at klassen har set forestillingen på dvd

²Dansk Naturvidenskabsfestival

Herover er en oversigt over klasserne og hvordan jeg refererer til dem for at sikre deres anonymitet. Antallet af elever svarer til det antal der går i klassen eller på holdet og ikke nødvendigvis til det antal elever, der har medvirket i min undersøgelse.

7.2 Metoder

Jeg har anvendt en række metoder til at samle og analysere data. I kapitel 6 er der en detaljeret gennemgang af metoderne, jeg vil derfor kun komme med en oversigt her:

- *Før-forestillingsspørgeskemaer*
- *Affektiv-postforestillingsspørgeskema* (Jeg refererer også til dette som: *Smileysspørgeskema*)
- Observationer
- Interviews
 - Foyerinterviews
 - Gruppeinterviews
 - Kvalitative forskningsinterview
 - Q-metodologi

7.2.1 Anonymitet

I begyndelsen af min dataindsamling havde jeg valgt at fokusere på den enkelte klasses samlede modtagelse af forestillingen og bad derfor kun eleverne om at angive, hvilken klasse de gik i og på hvilket gymnasium. Dette sikrede samtidig elevernes anonymitet, hvilket jeg på det tidspunkt vurderede, ville give nogle mere ærlige besvarelser. Denne beslutning betyder, at det ikke er muligt for mig at sammenligne elevernes individuelle respons på *før-forestillingsspørgeskemaet* med *Smileysspørgeskemaet*. Jeg indså, at denne beslutning var meget uheldig, da der var store forskelle på elevernes reaktioner internt i klassen såvel som mellem klasserne og jeg havde derfor brug for et kendskab til den enkelte elev for at nuancere elevens modtagelse af forestillingen. I de efterfølgende spørgeskemaer, der, for 2.Ns vedkommende, retter sig mod Aktion2, og for 2.S drejer sig om både *før-forestillingsspørgeskemaet* og *smileysspørgeskemaet*, bad jeg derfor eleverne om også at angive deres navn. 2.N reagerede negativt på denne ændring og gjorde det nødvendigt for mig at berolige eleverne med, at deres lærere ikke ville komme til at se deres besvarelser, og at jeg ville sikre deres anonymitet når jeg citerede dem. Hvorvidt denne reaktion skyldtes, at de var vant til at være anonyme eller, at min vurdering om, at jeg ville få nogle mere ærlige besvarelser, gennem anonymitet, er rigtig, ved jeg ikke. Metodologisk betød denne ændring, at jeg gik væk fra primært at fokusere på klasser til både at fokusere på klasser og individer. Dette er i overensstemmelse med fremgangsmåden ved design-based research, der netop giver mulighed for justeringer mellem to iterationer på basis af resultaterne fra den første.

7.2.2 Q-metodologi

Jeg besluttede mig for at afprøve en ny interviewform i mine sidste interviews eftersom jeg troede, at den klasse, der skulle se forestillingen var fra en naturvidenskabelig studieretning ligesom de andre klasser i min undersøgelse. Jeg forventede, at jeg kun i begrænset omfang ville få ny viden omkring elevernes *narrative reception* og valgte derfor en metode, hvor jeg kunne udnytte de udsagn, eleverne var kommet med i de tidligere interviews, til at få grupperet eleverne i forhold til deres modtagelse af forestillingen. Det viste sig imidlertid, at læreren havde fundet tid i en ikke-

naturfaglig klasse, og den adskiller sig dermed fra de andre klasser jeg har interviewet omkring forestillingen. Desuden var det den eneste klasse, der så forestillingen på dvd efterfulgt af Opgaveløbet (Aktion 3). I lyset af dette har jeg overvejet, at det sandsynligvis havde været mere hensigtsmæssigt, at gennemføre klassiske kvalitative interviews med eleverne fra denne klasse. Til trods for det har jeg fået en del interessante data, både fra deres Q-sort og den statistiske behandling af disse, og fra transskriptionerne af elevernes overvejelser under Q-sorting. I løbet af interviewet spurgte vi desuden eleverne om, hvad de syntes om Opgaveløbet og disse svar er en del af det datamateriale, der vil blive gennemgået i Kapitel 12.

7.3 Modtagelsen

I dette afsnit vil jeg beskrive de forskellige klasser, der har set forestillingen og omstændighederne omkring, at de så forestillingen. Til beskrivelsen inddrager jeg resultater fra *før-forestillings-spørgeskemaet*, mine egne noter efter samtale med lærerne og mine observationer.

Efter beskrivelsen af klasserne har jeg valgt at lave en tabel (Tabel 7.2) med en kort karakteristik af de elever jeg har lavet individuelle interviews med, og som vil blive refereret i løbet af resultatafsnittet. Karakteristikken er lavet på basis af deres kommentarer under de individuelle interviews og Q-interviews, der under databearbejdningen fik koden 'karakteristik'. Jeg har ikke taget denne kode med som en del af de koder, der gennemgås i det følgende kapitel, da jeg i den forbindelse kun har fokuseret på det eleverne siger om deres modtagelse af forestillingen. Hvor det er aktuelt inddrager jeg elevernes karakteristik for at nuancere deres kommentarer under den narrative receptionsanalyse.

Elevbeskrivelserne retter sig kun mod elevernes faglige og uddannelsesmæssige interesser og flere steder har jeg angivet min vurdering af elevens individuelle interesse. Elevernes historie er relevant i forhold til at forstå deres subjektive kommentarer omkring receptionen af forestillingen, og i forhold til min analyse af deres udtalelser. Samtidig giver det mig frihed til kun at karakterisere eleven nærmere de steder, hvor jeg finder det relevant i løbet af analysen.

I forbindelse med karakteristikken er det interessant at bemærke, at eleverne bruger de samme argumenter for, hvorfor de bedst kan lide enten naturfagene eller de humanistiske fag: *"Man kan ligesom bedre forholde sig til det"*. Til gengæld kommenterer elever, der rigtig godt kan lide naturvidenskab, at de ikke så godt kan lide de sproglige fag, fordi der ikke er noget facit. De forholder sig ikke til om de kan finde ud af dem. De humanistiske elever derimod siger oftest at de egentlig synes at naturvidenskab er spændende, men de kan bare ikke så godt finde ud af dem og de kan bedre lide at indgå i en faglig diskussion. Der er flere af naturfagseleverne i 2.N, særligt pigerne med en anden etnisk baggrund end dansk, der fremhæver, at de har valgt naturfagligt, fordi det er de fag de har fået de bedste karakterer i og hvor mulighederne er bedst i forhold til fremtidig uddannelse. De fortæller, at deres interesse for fagene først er opstået senere. I Blandt de naturfagsinteresserede elever, er der også flere der fremhæver, at de tænker meget logisk og derfor har de nemt ved naturfagene.

1.N

Dette er en 1.g klasse på 24 elever fra et middelstort bygymnasium med en naturvidenskabelig studieretning (Matematik A, Fysik B og Kemi B). Klassen hørte om forestillingen til den morgensamling,

hvor instruktøren og jeg var ude på deres gymnasium. De besluttede sig for at se forestillingen sammen med deres fysiklærer og betalte selv deres billetter til en aftenforestilling. Forestillingen var ikke en del af et undervisningsforløb, men klassen forberedte sig inden forestillingen ved at læse en artikel på fem sider, der blev bragt i Weekendavisen i maj 2003. Artiklen beskriver i detaljer processen bag udviklingen af de magiske kugler. Efter forestillingen talte klassen om oplevelsen med fysiklæreren og gennemgik dele af den i kemi. Hvor det var relevant, henviste fysiklæreren til forestillingen i de følgende timer.

2.N

Dette er en 2.g klasse på 23 elever fra et middelstort bygymnasium med en naturvidenskabelig studieretning (Matematik A, Fysik B, Kemi B). Klassen har 9 elever med anden etnisk baggrund. Denne klasse gennemførte efter forestillingen Aktion 2, forankringsaktionen der bestod af et tværfagligt forløb og varede i 2 uger. Denne Aktion er beskrevet og undersøgt i Kapitel 11. Klassen var ikke direkte forberedt inden de så forestillingen. Men forestillingen og det efterfølgende forløb var en del af et større AT forløb¹ om medicin i biologi, fysik og kemi og klassen havde i ugerne inden de så forestillingen læst en del om lægemiddelkemi og sygdomsbehandling. Eleverne vidste således, at de skulle lave et tværfagligt forløb bagefter og, at jeg ville være til stede under forløbet for at observere dem. Klassen har tidligere set videnskabsteaterforestillingen Bioetik og Musik produceret af Center for Kunst og Videnskab. Forestillingen foregik på deres eget gymnasium og blev fulgt op af etiske diskussioner, først i grupper og derefter med performerne.

3.Bt

Dette er et 3.g højniveauhold i Bioteknologi fra den gamle ordning, før Gymnasiereformen i 2005. Holdet var således en del af en forsøgsordning hvor gymnasiet i samarbejde med andre gymnasier i Danmark fra skoleåret 2003/2004 udbød faget som et toårigt højniveauafg, hvor man arbejder med grænseovergangen mellem biologi og kemi og inddrager aktuelle emner fra videnskabsfaget og industrien. Holdet består af 13 elever fra den samme klasse og de kommer fra et middelstort bygymnasium med et stort opland. Klassen var ikke forberedt til at se forestillingen og lavede ingen opfølgning i timerne efter oplevelsen. Holdet beskrives af læreren som meget engageret og dygtig og han har været glad for at undervise dem.

3.B

Dette er et 3.g højniveauhold i Biologi fra den gamle studieordning, før Gymnasiereformen i 2005. Holdet består af 8 elever fra den samme klasse. De så forestillingen sammen med deres biologilærer, som også var den lærer, der deltog i Aktion 2 sammen med 2.N. Holdet udfyldte mine *før-forestillingsspørgeskema* og *post-affektive spørgeskema*. Det var af tidsmæssige årsager ikke muligt for mig at interviewe nogen fra holdet i dagene efter forestillingen. Læreren har fortalt, at holdet består af en del elever, der er trætte af at gå i gymnasiet og har valgt biologi på højniveau fordi de tror, at det vil være det nemmeste højniveauafg at bestå. De har således ikke valgt biologi A af interesse.

2.Sdnf

¹ AT: Almen studieforberedelse

Denne klasse deltog i et arrangement jeg blev bedt om at udbyde, i forbindelse med Dansk Naturvidenskabsfestival på Syddansk Universitet. Klassen deltog sammen med deres biologilærere, som jeg har samarbejdet med i et tidligere projekt. Biologilæreren beskrev klassen som udpræget ikke naturfaglig. Læreren gav udtryk for, at hun ikke vidste, hvad de ville synes om oplevelsen og hvordan det ville gå i løbet af dagen. Dette er interessant i forhold til min kommentar i metodekapitlet, hvor jeg fremhæver, at de klasser, der typisk deltager i forskningsundersøgelser er de 'gode klasser' hvor læreren er tryk ved at alt går godt. Omstændighederne omkring klassens modtagelse af forestillingen var Dansk Naturfestival og netop ikke mit forskningsprojekt. Jeg har derfor ikke andet end feltnoter fra denne dag og jeg betragter overvejende dagen som et pilotforsøg hvor dvd'en og opgaveløbet blev afprøvet. Jeg startede med at gennemgå dagens program mens vi ventede på at de sidste elever skulle dukke op. En stor del af opmærksomheden gik på alle de indtryk klassen fik af universitetet og på at finde rundt. Eleverne betragtede dagen som en mere fri dag end under normale omstændigheder og var svære at samle efter de indlagte pauser. Jeg vil ikke inddrage klassen i min resultatbehandling, men har valgt at nævne den, da deres oplevelse med *Den Magiske Kugle* viser en af de måder, hvorpå man kan forestille sig at anvende forestillingen i fremtiden.

2.5

Klassen er en 2. g klasse fra et provinsgymnasium med et stort opland. I deres studieretning har de samfunds-fag B, Psykologi C og Engelsk A. De har haft biologi på C niveau i 1. g og har fysik på C niveau i 2.g. De er ikke specielt gode til matematik og de naturvidenskabelige fag og de beskriver sig selv som en meget sproglig klasse: "[A]ltså vi er jo en meget sproglig klasse. Altså normalt så, vi har jo lidt svært ved det der matematik og fysik og sådan noget" (Karen, Q1). I deres *førforestillingensspørgeskemaer* fremgår det, at klassen savner, at det de lærer i fysik og de eksperimenter de udfører, er mere anvendelige. De fleste i klassen vil gerne uddanne sig indenfor samfundsvidenskab eller humaniora. Klassen beskrives af fysiklæreren som en klasse der ikke er særlig gode til eller interesserede i fysik, men han fremhæver til gengæld, at det er en meget hyggelig klasse. Klassen så *Den Magiske Kugle* på en storskærm i fysiklokalet den 19. december 2007 under en 'flexdag' som fysiklæreren havde samlet timer sammen til for at gøre det muligt for mig at gennemføre Aktion 3 i løbet af én dag.

7.4 Karakteristik af eleverne

Tabel 7.2 Karakteristik af eleverne

Klasse	Alias	Karakteristik
1.N	Anders	Helt vildt interesseret i naturvidenskab, mest i matematik. Forhold til fysik: " <i>Jeg synes bare det er spændende, jeg kan ikke forklare det</i> ".
	Helen	Har et godt forhold til naturvidenskab. Det har været en fast del af hendes liv, i samtaler, oplevelser m.m., da faren er kemiker.
	Magnus	Meget interesseret i naturvidenskab. Mest i anatomi og sundhed. Vil gerne være læge. Skelner mellem interesse i skolefag (fysik og kemi) og fritid (anatomi, kost og sundhed). Dyrker objektet for sin interesse i sin fritid – læser bøger om anatomi, kost og sundhed og styrketræner meget. Dette er et typisk eksempel på, at han har en <i>maintained</i> individuel interesse.
	Marie	Kan rigtig godt li matematik og kemi og er glad for tværfaglige projekter, da " <i>man</i>

		<i>kan perspektivere ud til det virkelige liv".</i>
	Mathias	Meget interesseret i naturvidenskab, mest fysik og matematik. <i>"Man finder ud af at man kan se verden i fysikkens tegn, du kan beskrive alt, hvad du laver, med fysik... Nogen gange kan man godt mærke at man bliver lidt skadet af det når man render rundt og så ser man en bil, der bremser hårdt op og så begynder man straks at tænke på statisk gnidningskoefficient og sådan noget (griner)".</i> Holdning til dansk: <i>"det er mere bare sådan et fag, nå så skal i læse en historie af ham her, som jeg så falder i søvn over, og så skal vi analysere løs på den og det er ikke noget, hvor man ligesom på en måde kan opdage noget nyt, for der er ikke noget svar på noget som helst..."</i>
	Morten	Kan godt lide naturfagene, matematik, fysik og kemi, fordi man selv skal udregne noget og at der er et facit. <i>"[N]oget hvor du ved om det er rigtigt og der er et facit og noget man skal tænke over. Det kan jeg godt li."</i>
	Sofia	Kan godt lide kemi og biologi, men ikke så godt fysik.
3.Bt	Amalie	Naturvidenskab interesserer hende rigtig meget og hun regner med at læse til dyrlæge.
	Emilie	<i>"Jamen nu er jeg en af de få piger, der har valgt tre højniveau, som er rent og skært matematiske. Jeg har fysik jo, som også er naturvidenskab, så har jeg bioteknologi og matematik. Så det jo helt klart noget, der fanger mig"</i> . Vil gerne læse biomedicin.
	Simone	Synes naturvidenskab er rigtig spændende, og synes det er en kanonordning de har på gymnasiet, hvor hun kunne vælge bioteknologi på højniveau. Kan ikke så godt lide matematik, vil hellere lave noget mere håndgribeligt. Vil gerne være forsker.
	Tanya	Synes naturvidenskab er rigtig spændende og vil gerne læse medicin. For hende har fysik i gymnasiet været ret kedeligt i forhold til biologi, kemi og matematik. Hun kan helt vildt godt lide matematik.
	Tobias	Synes naturfag er spændende, det giver en viden om en hel masse ting, men der er meget, der er svært at forholde sig til og det er meget teoretisk. Ved ikke hvad han vil i fremtiden.
2.N	Anja	Synes naturvidenskab er spændende, kan godt lide det frem for de sproglige fag og vil gerne læse ren kemi på universitetet.
	Britta	Kan godt lide naturvidenskab: <i>"Det er nemt for mig, jeg tænker meget logisk, så det er meget perfekt"</i> . Hun vil gerne læse Biokemi eller molekylær biologi på SDU. Går til kor og elsker oplevelser såsom teaterforestillinger.
	Dorthe	Kan bedre lide naturvidenskab end de sproglige fag, da hun synes det er mere logisk og alle fagene indgår i en større sammenhæng: <i>"Jeg synes det er meget sjovt nogle gange at læse Illustreret Videnskab og sådan noget."</i> Vil gerne være sygeplejerske eller læse kemi eller biokemi.
	Emma	Kan godt lide biologi, men vil hellere læse noget samfundsfagligt. Synes naturvidenskaben er skræmmende med <i>"alle de formler"</i> .
	Johanne	Kan godt lide kemi og biologi, men er ikke så glad for fysik og matematik. Har valgt naturfag pga. af uddannelsesmulighederne og er først senere blevet interesseret i fagene. Vil gerne læse molekylær biomedicin. Hun er meget glad for at have set <i>Den Magiske Kugle</i> .
	Lise	Synes naturvidenskab er spændende, dog mest biologien. Ved ikke, hvad hun vil i fremtiden, men måske noget med biologi.
	Signe	<i>"Jeg er bedre til de naturvidenskabelige fag end jeg er til sprogfag"</i> . Hun får højere karakterer i naturfagene og det styrker hendes interesse. Hun vil gerne læse biomedicin eller blive sygeplejerske.
	Simon	Har altid interesseret sig for naturvidenskab. Vil gerne læse medicin og <i>"så har jeg altid haft en lille tekniknørd inden i mig"</i> . Individuel interesse for naturvidenskab.
	Susan	Har en interesse for naturvidenskab, der primært er opstået fordi hun er god til det og får høje karakterer. Vil gerne læse medicin.
	Tina	Er meget glad for naturvidenskab og har planer om at læse til læge. Er mindst glad for fysik. <i>"Jeg som person er også sådan, jeg er ikke kun ren naturvidenskab, jeg er sådan en kombi"</i>

2.S

Lena	<i>"Naturvidenskab er ikke lige min favorit, men det kan være meget spændende en gang imellem. Mange af tingene er noget man ikke kan forholde sig til." Hun vil gerne uddanne sig indenfor sundhedsvidenskab.</i>
Anne	Kunne godt tænke sig at blive psykolog. Kan ikke så godt finde ud af naturvidenskab.
Mille	Vil gerne arbejde med unge mennesker, enten som psykolog eller skolelærer. Hun synes biologi i 1. G var helt vildt spændende og vil tage det på B niveau i 3.g.
Lars	Altså jeg synes det er spændende med de naturvidenskabelige fag sådan, men jeg tror ikke jeg har den der gnist der skal være der.
Carmen	Interesserer sig overhovedet ikke for naturvidenskab. Hun kan godt lide at gå i teatret.
Jane	<i>"Alt det der med fysik det er altså ikke lige mig, det er nok også en lidt forkert klasse at komme ind i så" [griner].</i>
Karen	Synes at naturvidenskab er interessant nok, men siger samtidig at: <i>"På nogen punkter er det sådan lidt firkantet og jeg har rigtig svært ved tal. Hvorimod dem der sådan vælger det de er lidt anderledes, sådan klæbehjerne sådan" og "[J]eg synes bare det humanistiske er sådan lidt mere, det kan man ligesom lidt mere diskutere".</i>
Christoffer	<i>"[A]f en sproglig at være er jeg ret interesseret i naturvidenskab og jeg har også tænkt mig at tage to fag videre for jeg vil også læse medicin selv." "Jeg synes altid at naturvidenskab har været ret relevant fordi, altså i forhold til sproglig, hvor vi har religion og old og sådan noget så vil jeg gerne have noget mere håndgribeligt, i forhold til hypoteser eller tekster, og forskere der siger noget der er sket for tusind år siden. I stedet for så vil jeg hellere have noget nyt eller nogle formler der siger noget om, at sådan er det, det ligger fast og så kan det altid efterprøves[...]Kemi er umiddelbart mit bedste fag."</i>
Rie	<i>"Biologi er mit yndlingsfag. Måske tager jeg det på B næste år." Hun synes fysik mest handler om forsøg og en masse formler. Hun ved ikke hvad hun vil være måske noget indenfor sundhedsvidenskab.</i>
Sanne	Vil gerne arbejde med mennesker. Kan rigtig godt lide biologi.
Thea	<i>"Jeg kan godt lide de naturvidenskabelige fag. Mest biologi. Men det er mere i det humanistiske, at jeg har mine stærke sider".</i>
Henrik	Er ikke særlig naturvidenskabelig og vil gerne læse noget indenfor humaniora.
Mikkel	<i>"Naturvidenskab er ikke lige min største interesse. Mit fag det er samfunds-fag."</i>

7.5 Sammenfatning af kapitlet

Arbejdet med at finde klasser, hvis lærere havde overskud til efterfølgende at deltage i den tværfaglige Aktion 2, var umiddelbart svært. I praksis har jeg arbejdet med fire gymnasieklasser der har set videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*: En 1. og 2.g klasse med en naturvidenskabelig studieretning (1.N og 2.N), en 2.g klasse med en samfundsvidenskabelig studieretning (2.S) samt et hold 3.g'ere med bioteknologi på højniveau (3.Bt). Eleverne i 1.N interesserer sig generelt rigtig meget for alle de naturvidenskabelige fag, mens eleverne i 2.N også er glade for de naturvidenskabelige fag, om end de er mindst begejstrede for fysik. En overvejende del af eleverne ønsker en uddannelse indenfor enten medicin eller noget indenfor biologi. I 3.Bt er eleverne meget begejstrede for særligt bioteknologi og flertallet vil gerne uddanne sig indenfor det. I 2.S er identificeret de sig ikke ret meget med de naturvidenskabelige fag. De er mindst begejstrede for fysik og flertallet har haft en positiv oplevelse med biologi C i 1.g.

2.N og 2.S vidste, at de skulle arbejde videre med forestillingen i to meget forskellige forløb, det ene som en del af et tværfagligt AT-forløb på 2 uger og det andet som et Opgaveløb samme eftermiddag.

8

Narrativ receptionsanalyse af *Den Magiske Kugle*

Hvad er elevernes narrative reception af forestillingen og hvor meget påvirker elevernes forventninger, fremtidsvisioner, interesser og åbenhed deres oplevelse?

I det følgende vil jeg fokusere på, hvad der fortælles *om* videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* efter at eleverne har modtaget den. Dette kapitel tjener således som den anden dimension i forestillingens *interestingness* i forhold til den første dimension, som jeg undersøgte i kapitel 4, hvor jeg analyserede fortællingen *i* videnskabsteaterforestillingen – dens struktur og indhold. De to dimensioner giver mig tilsammen mulighed for at identificere forestillingens *interestingness*, som netop er det jeg er på jagt efter, for at kunne besvare mit andet forskningsspørgsmål. *Den Magiske Kugles interestingness*, når det er gymnasielever der har modtagerrollen, vil blive udfoldet i kapitel 9 ved at inddrage resultaterne fra kapitel 4 og fra dette kapitel.

For at undersøge, hvordan forestillingen bliver modtaget af eleverne, vil jeg anvende en *narrativ receptionsanalyse*; en analytisk tilgang, der desuden giver mig det begrebsapparat, som jeg har brug for i min analyse af modtagelsen. Den narrative reception er udfoldet i kapitel 5, og jeg vil her blot erindre om, at jeg opererer med tre facetter i den narrative receptionsanalyse. *Modtagelsesfacetten* indeholder en beskrivelse af omstændighederne omkring at modtagerne modtager fortællingen, og er udfoldet i kapitel 7. Den næste facet er *behovsfacetten*, der undersøger modtagernes behov for at modtage fortællingen, hvilket er under indflydelse af flere motivationsaspekter herunder modtagernes interesse, og dermed forestillingens potentiale til at skabe en situationel interesse eller aktualisere en individuel interesse. Den sidste facet i den narrative reception er *tolkningsfacetten*, der rummer en analyse af, hvad eleverne har fået ud af at modtage forestillingens indhold, både affektivt og kognitivt, hvilket afhænger af både modtagelses- og behovsfacetten.

I kapitel 7 har jeg beskrevet mine informanter. De fem klasser, der har set og evalueret forestillingen er de to naturvidenskabelige klasser 1.N og 2.N, den samfundsvidenskabelige klasse 2.S og to højni-

veauhold 3.Bt og 3.B i henholdsvis Bioteknologi og Biologi. Herunder præsenteres resultaterne for klassernes og elevernes umiddelbare og reflekterede modtagelse af forestillingen.

8.1. Umiddelbar affektiv respons

8.1.1 Hvor interessant er forestillingen?

På *smileysspørgeskemaet* afkrydsede eleverne, hvor interessant de syntes forestilling havde været på en skala fra 1 til 5, hvor 1 var 'meget interessant' og 5 var 'meget kedelig'. De gennemsnitlige resultater for hver klasse er vist i tabel 8.1.

Tabel 8.1 Gennemsnitlig interesse for forestillingen (1 'meget interessant' og 5 'meget kedelig')

Klasse	2.N (n=22)	1.N (n=23)	3.Bt (n=15)	3.B (n=9)	2.S (n=21)
Mean (STDEV)	1,8 (0,76)	2,0 (0,60)	1,5 (0,64)	2,3 (0,87)	2,7 (0,89)*

*2.S afviger signifikant fra 2.N, 1.N og 3.Bt ($p < 0,05$); Newman-Keuls Comparison Test

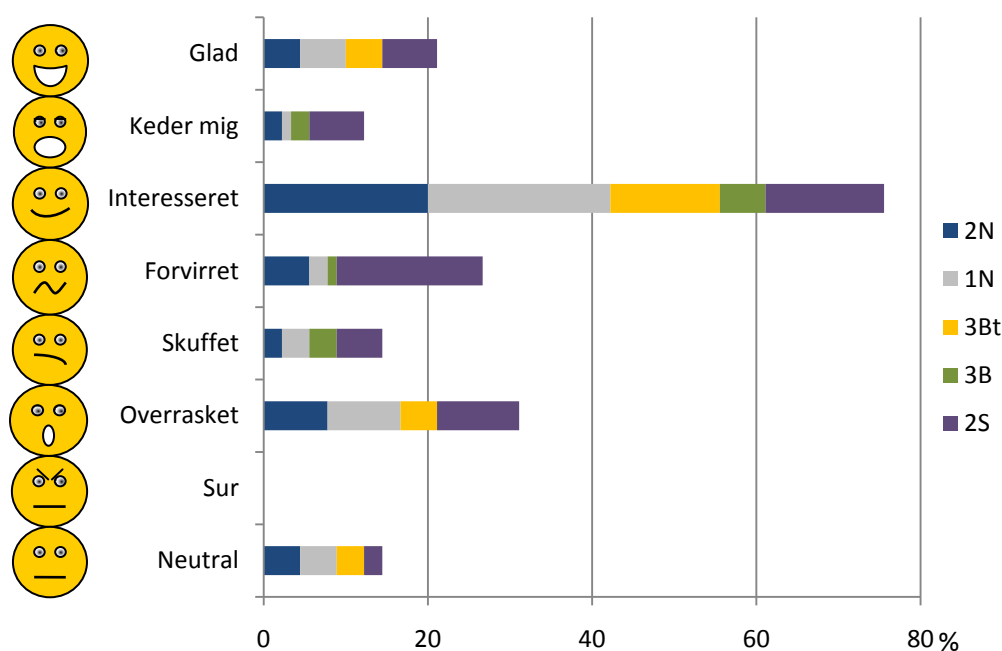
Som det fremgår af tabel 8.1 er 3.Bt, der er et højniveauhold i bioteknologi, dem, der vurderer forestillingen for mest interessant, mens den samfundsvidenskabelige 1.g klasse, 2.S, har oplevet den som mindst interessant. Statistiske undersøgelser har vist, at der på et 5% signifikansniveau er forskel mellem 2.S og de tre klasser 2.N, 1.N og 3.Bt. Det er dermed bevist, at de tre naturvidenskabelige klasser vurderer forestillingen som mere interessant end den ikke-naturvidenskabelige klasse. Jeg skal i det følgende undersøge, hvor meget af, denne forskel, der kan tilskrives elevernes individuelle interesser, og hvor meget, der skyldes at 2.S så forestillingen på dvd. 3.B, der er et højniveauhold i biologi, forholder sig meget neutralt til oplevelsen. Jeg har ikke interviewet eleverne og kan derfor kun forholde mig til lærerens kommentarer om holdets reaktioner. Han fortalte, at mange af eleverne på holdet er skoletrætte og kun har taget biologi på højniveau i en forventning om at komme nemt igennem det. De er således ikke specielt interesserede i biologi eller i gymnasieaktiviteter i almindelighed.

I forbindelse med statistikken i tabel 8.1 er det nødvendigt at bemærke, at standardafvigelserne er forholdsvis høje i forhold til gennemsnittet, og at det er en lille population jeg har foretaget denne analyse på. Resultaterne er, på trods af disse forbehold, indikative for elevernes oplevelse med forestillingen og de vil blive nærmere belyst i takt med, at jeg fremlægger resultaterne fra de kvalitative metoder.

Jeg har, efter at have bearbejdet elevernes individuelle interviews, overvejet, hvad det præcist er eleverne svarer på, når de svarer på spørgsmålet: Hvor interessant synes du forestillingen var? Er det informationerne i forestillingen, hvor eleverne erfarer, at forskningen er nået rigtig langt med en ny behandlingsform af kræft, er det forestillingen som helhed, er det fortællingens struktur eller fremførelsen eller noget helt femte? Jeg mener ikke at jeg kan vide, hvorvidt eleverne har forholdt sig til indholdet, formen eller begge dele, da de svarede på spørgsmålet. Det er derfor nødvendigt at inddrage resultaterne fra de andre metoder, jeg anvendte til dataindsamling, for at få belyst dette aspekt nærmere. Jeg vil begynde med at analysere elevernes affektive respons på forestillingen.

8.1.2 Smileys

Resultaterne af *smileysspørgeskemaet* er vist i figur 8.1. Som det fremgår af figuren er følelsen af at være interesseret den mest udbredte følelse blandt eleverne, da 76% har krydset af i feltet 'interesse' og jeg vil heraf konkludere, at 3 ud af 4 elever der har set forestillingen har fået vækket deres interesse. Spørgeskemaet kan dog ikke afsløre hvad interessen er rettet mod. Den næstmest udbredte følelse er 'overrasket' (31%) og for, at få nuanceret denne følelse, har jeg set nærmere på de enkelte elevers samlede *smiley-* respons og deres respons på, hvor interessant forestillingen var. Følelsen af at være overrasket kan være enten positiv, neutral og negativ. Eleverne kan eksempelvis være positivt overraskede over at finde ud af, at forskningen er nået så langt eller



Figur 8.1 Elevernes umiddelbare affektive respons på forestillingen. Resultaterne er vægtet efter det samlede antal elever ($n = 90$), der har udfyldt spørgeskemaet.

negativt overraskede over, at de ikke modtog en teaterforestilling, der fik dem til at grine. Der er 28 elever ud af 90, der har krydset af i 'overrasket', og af disse har 11 (39%) også krydset af i 'meget interessant', 15 (54%) i 'interessant' og 2 (7%) i 'hverken eller'. Næsten 93% af de 'overraskede elever' synes altså, at forestillingen har været enten interessant eller meget interessant. Det tyder altså på, at eleverne har følt sig overraskede i en positiv forstand. Men kan også overveje om det at føle sig overrasket, uanset ladningen af følelsen og hvad den end er rettet mod, kan bevirke, at eleverne er mere opmærksomme, når de ser forestillingen. Set i bakspejlet havde det været hensigtsmæssigt at skrive 'overrasket i positiv forstand' eller 'positivt overrasket' i spørgeskemaet, da det havde fjernet usikkerheden omkring, hvordan følelsen 'overrasket' skal tolkes.

Det viser sig også, at der kun er 2 (7%) ud af de 28 elever, der også har krydset af i følelsen 'skuffet' og 7% af eleverne der har krydset af i 'keder mig', hvilket indikerer, at de 'overraskede elever' overvejende har været positivt overraskede. Der er en række stimuli omkring en aktivitet, der kan karak-

teriseres som havende potentiale til at vække en interesse, herunder aktivitetens nyhedsværdi, overraskelsespotentiale (surprisingness), kompleksitet og flertydighed (Krapp, Hidi & Renninger, 1992). Hidi & Renninger (2006) skriver decideret i deres review at:

“Triggered situational interest can be sparked by environmental or text features such as incongruous, surprising information; character identification or personal relevance; and intensity” (s.114)

Forestillingen har haft overraskelsespotentiale, og det kan derved sandsynliggøres, at de overraskede elever har fået *triggered* deres interesse.

21 % af eleverne har oplevet at forestillingen har gjort dem glade. Jeg har ikke noget mål for deres følelsesmæssige tilstand inden de så forestillingen, men eftersom spørgeskemaet retter sig mod reaktioner på forestillingen forventer jeg, at den i høj grad har haft indflydelse på denne følelse af glæde – en faktor der også spiller ind når en interesse skal vækkes.

Godt en fjerdedel af eleverne (27%) har følt sig forvirrede i løbet af forestillingen og viser dermed, at de har haft problemer med justeringen af deres situationsmodel. 67 % af de forvirrede elever kommer fra den samfundsvidenskabelige klasse 2.S, mens ingen af eleverne fra holdet med bioteknologi på højniveau har været forvirrede. Det tyder altså på, at elevernes faglige erfaringshorisont har indflydelse på deres evner til at følge med i forestillingen. Generelt er det 2.S der har fået flest følelser i spil af at se forestillingen, da eleverne i gennemsnit har krydset af i 2,7 felter omkring deres følelser, mens eleverne fra eksempelvis 2.N kun i gennemsnit har krydset af i 2 felter hver. Det skal i den forbindelse bemærkes, at eleverne godt kan være forvirrede, men samtidig interesserede idet 58% af de i alt 24 'forvirrede elever' også har haft følelsen af at være 'interesseret'.

Kun omkring 15% af eleverne giver udtryk for skuffelse, hvilket er en smule overraskende i forhold til elevinterviewene, hvor mange fremhæver, at de havde forventet noget andet af forestillingen, som det vil fremgå af afsnittene om 'forventninger' senere i kapitlet. Man kan forestille sig, at det faktum at eleverne ikke har oplevet det de forventede ikke nødvendigvis har skuffet dem, da oplevelsen nok har været anderledes men dog trods alt god. Man kan også overveje, om elevernes følelser omkring forestillingen er blevet påvirket af deres diskussioner med kammeraterne, og at disse umiddelbare og upåvirkede følelsesmæssige reaktioner viser mindre skuffelse end det reflekterede respons.

3.B holdets følelsesmæssige reaktioner bekræfter, at de ikke har været specielt begejstrede for forestillingen. Halvdelen har godt nok krydset af i 'interesseret', men den anden halvdel af holdet har krydset af i 'skuffet', 'forvirret' og 'keder mig'. Jeg har ikke mulighed for at få dybere indsigt i deres narrative reception; men kan dog konstatere, at forestillingen tilsyneladende ikke har haft format til at fange skoletrætte elevers interesse.

8.1.3 Foyerinterviews

Efter formiddagsforestillingen i Teaterhuset den 29. Januar, spurgte jeg og tre af mine kollegaer eleverne om, hvad de syntes om forestillingen. Det blev nogle hurtige interviews i et mylder af mennesker, overtøj og travlhed, og elevernes respons blev skrevet ned i stikordsform under eller lige efter interviewene. Eleverne vidste ikke hvem vi var og hvorfor vi stillede dem spørgsmålene.

Formålet med disse interviews var at fange elevernes ureflekterede og upåvirkede modtagelse af forestillingen og få lidt flere ord på deres reaktioner end spørgeskemaerne formåede. Disse interviews var vigtige, da jeg som tidligere nævnt, er af den opfattelse, at situationel interesse skal fanges i situationen, før den bliver påvirket af eksempelvis kammerater med en anden holdning til oplevelsen – eller af personens egne refleksioner, der sætter forestillingen ind i eksempelvis en læringskontekst.

Gennemgående var der to typer reaktioner på forestillingen. Der var nogle meget positive reaktioner som karakteriserer 3.g'erne med bioteknologi på højniveau, 3.Bt. Her er mine notater efter at have talt med to meget glade og smilende piger, mens de hastede ud af teatret for at nå næste time på gymnasiet:

"Helt vildt godt! Rigtig rigtig godt"

"Repeterende. Niveauet ikke for svært eller for nemt"

"Ikke kedeligt, det var helt vildt godt, ikke kedeligt overhovedet"

De har uden tvivl haft en meget positiv oplevelse af forestillingen. Qua deres valg af højniveaufag ved jeg, at de i forvejen er interesserede i emnet, og det de har oplevet beskrives bedst som aktualiseret individuel interesse eller følelsen af *flow*. Idet de kommenterer niveauet i forestillingen viser de, at de har været i en tilstand af kontemplation; de er blevet revet med, men har ikke mistet jekkontrollen. I henhold til deres besvarelse af smileys-spørgeskemaet er det også karakteristisk for denne klasse, at ingen af dem, i modsætning til alle de andre klasser, har krydset af i 'keder mig', 'skuffet' og 'forvirret'. De har forstået forestillingen og er blevet bekræftet i, at de havde lært noget i gymnasiet; forestillingen var *"repeterende"*. De mestrede forestillingens faglige indhold og blev påvirket både affektivt og kognitivt og bekræftet i deres individuelle interesse.

Den anden reaktionstype kom fra 2.N, den klasse der skulle gennemføre det tværfaglige projekt i fysik og biologi i ugerne efter forestillingen. En gruppe af piger sagde følgende:

"Interessant, gode informationer"

"Lidt kedeligt for mig. Mere skuespil havde nok været bedre"

"Men det var gode informationer"

Denne reaktionstype var karakteriseret af, at eleverne syntes forestillingen var interessant, men at den blev formidlet på en lidt kedelig måde. De var skuffede over formen, og havde foretrukket en rigtig teaterforestilling og nok også forventet det. De var også forvirrede over de mange nye ord, som de ikke nåede at fordøje. Pigen der udtaler sig i eksemplet skyndte sig at tilføje den sidste sætning *"men det var gode informationer"*, efter at have kritiseret formen, da hun gerne ville understrege, at hun altså syntes indholdet var interessant. Hendes interesse rettede sig mod emnet og blev ikke umiddelbart understøttet af omstændighederne. En af pigerne fremhævede direkte at musikken havde været irriterende fordi den forstyrrede. Men forstyrrede den fordi hun ikke brød sig om den, eller fordi den lavede en pause i informationsflowet og fortællingen, som eleven blev irriteret over fordi hun spændt ventede på forløsningsen? Jeg vil senere i dette kapitel vende tilbage til den rolle musikken har spillet i forhold til elevernes modtagelse af forestillingen.

I dette afsnit har jeg analyseret elevernes ureflekterede modtagelse af forestillingen via spørgeskemaer og foyerinterviews. Disse resultater indikerer, at eleverne har oplevet forestillingen som inte-

ressant, og at graden af denne interesse varierer fra klasse til klasse med det bioteknologiske højniveauhold som de mest begejstrede, mens den samfundsvidenskabelige 2.g klasse har fundet forestillingen mindst interessant og samtidig været mest forvirrede. Der er aspekter i *smileysspørgeskemaet* og foyerinterviewene, der peger hen imod, at informationerne i forestillingen vurderes mere positivt end formidlingsformen, hvilket vil blive belyst i løbet af de følgende analyser. Jeg vil indlede med analysen af det, jeg kalder elevernes reflekterede respons.

8.2 Reflekteret respons

Den reflekterede respons stammer fra de elevinterviews, jeg gennemførte samme dag eller i dagene efter forestillingen. Jeg refererer til dem som reflekterede, da eleverne har haft mulighed for at reflektere over forestillingen, hvilket flere af eleverne direkte giver udtryk for at have gjort; både i samtale med kammerater og familie samt på klassen, og at denne meningsforhandling har påvirket deres umiddelbare syn på forestillingen.

2.N er den eneste klasse, der er blevet interviewet i grupper, hvilket foregik ca. to timer efter forestillingen sluttede, og alle interviews er dermed fra den 29. januar 2007. Grupperne svarer til de grupper eleverne arbejdede i under Aktion 2. Interviewene blev optaget med diktafon og jeg stillede som udgangspunkt spørgsmålet: "Hvad synes I om forestillingen?" som jeg derefter fulgte op med uddybende spørgsmål, hvor det var relevant. Jeg har desuden interviewet ni af eleverne efter Aktion 2. Det ene interview har jeg kun ca. 1/3 af på grund af tekniske vanskeligheder under optagelsen og jeg har derfor valgt at se bort fra dette og arbejder derfor med 8 individuelle interviews fra 2.N. I interviewene spurgte jeg eleverne om både forestillingen og om aktionen. Deres udtalelser om forestillingen analyserer jeg i nærværende afsnit og vender tilbage til deres reaktioner på Aktion 2 i Kapitel 11. De individuelle interviews er fra den 14. og 15. februar 2007, og de to typer interviews er således udført med to ugers mellemrum. Når jeg citerer eleverne angiver jeg i parentes elevernes alias og nummeret på den optagelse citatet stammer fra, efterfulgt af 'GI' for gruppeinterviews og 'II' for individuelle interviews. Jeg har sammenlignet udsagnene fra de to typer interviews og har ikke fundet nogen ændringer i elevernes udsagn i gruppeinterviewene i forhold til de 8 elevers individuelle interviews. Tværtimod er den fortælling eleverne beretter på deres første dag, den samme som de fortæller efter to uger, hvilket styrker reliabiliteten af mine undersøgelser.

8.2.1 Kodning af interviews

I min analyse af de kvalitative interviews er det primært elevernes svar på nedenstående punkter/spørgsmål i min interviewguide, jeg inddrager. Dette har jeg valgt, dels for at afgrænse mit omfattende datamateriale, og dels fordi det er de punkter/spørgsmål, der har været gennemgående i mine interviews uafhængig af, om eleverne har arbejdet videre med forestillingen eller ej.

- Fortæl om dit forhold til naturvidenskab
- Fortæl om dine faglige interesser
- Fortæl om dine fritidsinteresser
- Fortæl hvad forestillingen handlede om
- Hvad har du fortalt dine venner eller familie om forestillingen?

- Hvad synes du var specielt godt?
- Hvad synes du var specielt dårligt?
- Kunne du identificere dig med skuespillerne?

Da jeg udarbejdede min interviewguide valgte jeg ikke at bruge ordet fortælling eller spørge til elementer i forestillingen, der kunne få eleverne til at tænke på den som en fortælling. Min primære begrundelse for dette er, at jeg ville undgå at påvirke eleverne med mine spørgsmål, så de ikke begyndte at overveje fortællings-elementer i forestillingen; hvis altså forestillingen i sig selv ikke havde foranlediget sådanne overvejelser. Jeg ville dermed sikre mig, at forestillingen talte for sig selv.

Jeg har i mit materiale søgt efter *hvad* eleverne fortæller om deres modtagelse af forestillingen og deres begrundelser om *hvorfor*. For hvert spørgsmål foretog jeg kodningen ved at læse svarene igennem, og definerede en ny kode hver gang jeg mødte et svar, der ikke passede ind i nogen af de andre koder. Dette er den *primære* kodning i henhold til Miles & Huberman (1994). Nogle svar bestod af dele, der passede ind under flere koder. Jeg opererede på et tidspunkt med 31 koder; men ved at gennemgå koderne og materialet igen, den *sekundære* kodning, fandt jeg mange overlappende koder og kunne reducere koderne til seks overordnede koder. Derefter gennemgik jeg alle svarene igen, for at se om jeg havde fulgt den samme kodning hele vejen igennem og for samtidig at få styr på, hvad det præcist er den enkelte kode dækker over.

Efter min databearbejdning endte jeg således med seks koder: 'Performerne', 'Forventningshorisont', 'Erfaringshorisont', 'Kunsten', 'Fortællingen' og 'Videreført'. Koderne er beskrevet i tabel 8.2. Jeg har grupperet de seks koder i forhold til to af facetterne i den *Narrative Reception: behov og tolkning*. Koden 'Fortællingen' bidrager med information til mere end én facet, hvilket også fremgår af tabel 8.2.

Jeg vil strukturere gennemgangen af mine resultater ved hjælp af disse koder, ved at tage hver kode for sig og belyse den med eksempler fra hver klasse og mine overvejelser omkring eksemplerne.

Transskriptionerne fra de interviews, hvor jeg anvendte Q-metodologi, har jeg også analyseret ved hjælp af de seks koder og det er dette materiale jeg anvender for 2.S, under kodningen for hver klasse. Efter analyseafsnittet gennemgår jeg mine resultater fra den statistiske behandling af mine Q-sorts fra 2.S og jeg inddrager resultaterne fra analysen af de transskriberede Q-interviews til at belyse de statistiske resultater.

Jeg afslutter gennemgangen med en sammenfatning af alle analysens resultater, hvor koderne igen giver den overordnede struktur for afsnittet.

8.2.2 Elevcitater

Citaterne refereres ved at jeg, i parentes, anfører elevens alias, samt forkortelsen for interviewtypen. Citater fra gruppeinterviews angives ved 'GI', citater fra individuelle interviews med 'II' og citater fra interviews med Q-metodologi angives med 'QI':

"Her står citatet" (Navn, interviewtype).

Citaterne fra Q-interviews indledes ofte med det udsagn, der har affødt elevens kommentar, hvilket efterfølges af kommentaren og eventuelle opfølgende spørgsmål fra interviewer. En oversigt over Q-udsagnene, og det skema de skulle placeres i, findes i bilag C.

Tabel 8.2 Koderne fra min kvalitative analyse af interviews

Facet	Kode	Karakteristik
Behov	Forventningshorisont	Der er tre forventningstyper i denne kode: forventninger i forhold til interesse for emnet, forventninger i forhold til typen af teaterforestillingen og forventninger i forhold til tidligere oplevelser med naturfagsindsatser. Alle forventningerne kan være af enten positiv eller negativ karakter og de kan være enten opfyldte eller uindfrie.
Behov	Erfaringshorisont	Den faglige forberedelse eleverne har haft forud for forestillingen. Den kan være direkte og indirekte. Ved direkte forberedelse har eleverne modtaget information i direkte relation til det faglige indhold i forestillingen. Ved indirekte forberedelse har eleverne en baggrundsviden fra de fag der relaterer til forestillingen. Erfaringerne kan være store eller næsten fraværende.
Behov	Kunsten	De kunstneriske elementers bidrag til forestillingen. Denne kode indeholder kommentarer om musikken, scenografien, skærmen og visualiseringerne. De kunstneriske udtryk kan være vurderet enten positivt eller negativt.
Tolkning/Behov	Fortællingen	Fortællingens bidrag til forestillingen. Kommentarer der retter sig mod forløbet i forestillingen, samt indholdet. Det kan være de historiske indslag, forskningsprocessen, tværfagligheden, det faglige niveau og spændingen. Ikke <i>hvordan</i> det blev opført men <i>hvad</i> der blev opført.
Tolkning	Performerne	Performernes bidrag til forestillingen. Denne kode rummer kommentarer om performerne i forhold til deres performance, troværdighed og tværfaglighed.
Tolkning	Videreførtalt	Hvilken fortælling har eleverne fortalt til familie, kammerater og i klassen? Dette siger noget om, hvad eleverne har taget med sig fra oplevelsen som var værd at fortælle om, og hvordan eleverne sammen har forhandlet mening omkring indholdet og formen. Under denne kode hører også elevernes resumeer af forestillingen, hvad de <i>kunne</i> fortælle om forestillingen.

8.2.3 'Forventningshorisont'

Jeg vil kort erindre om, at denne kode rummer tre forventningstyper afhængig af, om forventningerne er rettet mod emnet, formidlingsgenren eller bunder i erfaringer med tidligere oplevelser. Koden er en del af behovsfacetten i den *narrative reception*.

'Forventningshorisont' 2.N

Der er tre forventningstyper i interviewene med 2.N: Den ene type er forventningen om at kunne lide forestillingen, fordi de ved, at de interesserer sig for emnet i forvejen. Positive forventninger er nemmere at indfri, for eleverne er ikke kritiske på forhånd; de skal altså ikke overbevises, og er mere åbne og modtagelige.

"Jeg var spændt på at se, hvad de havde at komme med, fordi man ved jo også, det er jo ikke skuespillere. Jeg forventede heller ikke en teaterforestilling på den måde. Jeg forventede at kunne få noget nyt viden med mig, når jeg gik derfra og have noget at tænke over, men samtidig også at hele ideen bag det er netop at fange, så jeg forventede også, at det var en forestilling, som skulle gå ind og prøve at fange min opmærksomhed på et andet plan end normalt" (Tina, II).

Den anden type er forventningen om at se en videnskabsteaterforestilling i stil med forestillingen *Bioetik og Musik*, som klassen tidligere har set på deres gymnasium og som var efterfulgt af en etisk diskussion, hvor eleverne blev inddraget. Britta fortæller at: *[D]et var meget spændende[...] det var meget, det var helt vildt [...] det var lidt mere, hvor vi blev inddraget" (Britta, II)*. Hun er dog den eneste der udtrykker en sådan begejstring for *Bioetik og Musik*; de andre er positive, men ikke overstrømmende.

Den tredje forventningstype er forventningen om at se et teaterstykke. Til trods for elevernes tidligere erfaringer med videnskabsteater har det, at forestillingen foregår i et "rigtigt" teater skabt en forventning om, at *Den Magiske Kugle* er en teaterforestilling, som de kender det fra deres 'teater-script'.

Det generelle indtryk fra klassen 2.N er, at eleverne ikke har haft behov for at udtrykke hverken skuffelse eller positivitet i forhold til forestillingen. Det er ikke en fortælling om uindfrie forventninger der dominerer deres kommentarer. Jeg betragter dette som en indikation for, at de har haft nogle realistiske forventninger eller neutrale forventninger til forestillingen, der hverken har påvirket deres *narrative reception* positivt eller negativt.

'Forventningshorisont' 1.N

Alle eleverne jeg talte med fra 1.N giver udtryk for, at de havde forventet noget andet af forestillingen end det de oplevede. De har måttet justere deres forventningshorisont, og deres modtagelse af forestillingen har været meget afhængig af, hvor indstillede de har været på denne horisontjustering. En eksemplarisk kommentar er denne fra Marie:

"Altså i forhold til at man fik at vide, at det var et teaterstykke så blev man lidt skuffet[...]jeg synes der skulle have været mere teater i det" (Marie).

Eleverne i 1.N har generelt forventet at modtage noget, der mindede meget om deres opfattelse af hvad en teaterforestilling er. Flere af dem har også forventet noget, der mindede om fysikshow, hvor et foredrag krydres med fascinerende forsøg.

'Forventningshorisont' 3.Bt

Flere af eleverne i 3.Bt fortæller, at bioteknologiholdet tidligere har set videnskabsteaterforestillingen *Bioetik og Musik* og fundet den meget kedelig, hvilket står i kontrast til særligt Brittass kommentar fra 2.N. 3.Bts tidligere erfaringer bevirkede at deres forventninger var i bund, da de skulle ind og se *Den Magiske Kugle*:

"[V]i havde været inde og se noget andet videnskabsteater, der var jeg ikke med, men min klasse sagde det var rigtig, rigtig kedeligt, så folk havde en helt vild negativ holdning til det, fra starten af, måske i forventning om, at det ville blive ret kedeligt. Det tror jeg på grund af det andet, når man hører videnskabsteater, så tænker man åh nej. Men jeg tror folk blev rigtig, rigtig positivt overraskede. Det gjorde jeg i hvert fald, for jeg havde hørt, det måske ville blive kedeligt." (Tanya, II)

Som Tanya også selv siger, så er det nemt at blive positivt overrasket, hvis man forventer noget dårligt. Der er 4 ud af de 15 elever på holdet, der har svaret, at de havde følelsen af at være overrasket i deres *smileysspørgeskema*, hvilket kun udgør en lille del af de 28 overraskede elever. Det er altså ikke følelsen af at blive positivt overrasket i forhold til meget lave forventninger, der kan give forklaringen på resultaterne i *smileysspørgeskemaet*.

I 3.Bt er forventningshorisonten påvirket af deres tidligere erfaringer med en videnskabsteaterforestilling, og derfor forventer de at skulle have en meget kedelig oplevelse.

'Forventningshorisont' 2.S

Det er kendetegnene for eleverne fra 2.S, at de har været meget nysgerrige efter at finde ud af, hvad videnskabsteater er. Deres *behov* for at se forestillingen stammer, dels fra et ønske om at opleve hvad videnskabsteater er og dels fra et ønske om at opleve fysikundervisningen på en anden måde.

"Jeg havde set frem til at se forestillingen; men det var nok mere fordi jeg ikke var klar over hvad det var" (Karen, QI)

"Jeg har glædet mig meget til at se den, også fordi jeg havde aldrig hørt om det og jeg er meget interesseret i teater i forvejen[...]. Vi havde alle sammen glædet os meget" (Carmen)

Udsagn: Jeg har set frem til at se forestillingen

Rie: *"Ja det havde jeg også."*

Stinne: *"Hvad tænkte du da du hørte om det?"*

Rie: *[griner lidt] "Altså en forholdsvis interessant fysik time" [griner igen].*

Det viser sig, at der er opstået en forventning omkring forestillingen, da de besvarede deres *før-forestillingsspørgeskema*, som var magen til det skema, de andre klasser har besvaret:

"Altså jeg glædet mig at se det, men jeg havde ingen anelse om det overhovedet. Og så skulle vi jo svare på det der spørgeskema inden og der var nogle spørgsmål, hvor vi skulle

svare på om vi forventede at grine og vi forventede at more os, så det havde jeg faktisk troet at vi skulle" [Griner] (Jane)

I før-forestillingsspørgeskemaet ville jeg afdække elevernes forventninger til forestillingen ved at bede dem svare på spørgsmålet: I hvilken grad forventer du at blive påvirket af forestillingen? På en skala fra 1 til 5, hvor 1 er 'rigtig meget', 3 er 'ved ikke' og 5 er 'meget lidt', kunne de, blandt andet, svare på, at de forventer at grine. Jane havde svaret 3 og vidste således ikke om hun forventede at grine. Gennemsnittet for de (n=18) elever, der havde svaret på spørgsmålet, var 2,4, hvilket indikerer, at klassen ikke rigtig vidste, hvad de skulle forvente, hvilket også understøttes af deres kommentarer.

2.S har en forventning om at skulle opleve noget nyt, og måske endda sjovt, og glæder sig meget til at finde ud af, hvad videnskabsteater er, oven i købet i en behageligt anderledes fysiktime.

Sammenfatning af 'Forventningshorisont'

Forventningshorisonten har haft stor indflydelse på elevernes modtagelse af forestillingen, der spænder fra positiv overraskelse, som det ses hos 3.Bt til skuffelse, fordi det ikke var som de forventede det, hvad enten de forventede en teaterforestilling som 1.N eller en sjovere formidlingsform som 2.S. 2.Ns forventninger har været realistiske, da de tilsyneladende ikke har påvirket deres modtagelse så meget, at de havde behov for at berette om det.

8.2.4 'Erfaringshorisont'

Erfaringshorisonten er en del af behovsfacetten og indeholder kommentarer om den faglige forberedelse eleverne har haft forud for forestillingen, som kan være direkte og indirekte og på meget varierende niveau.

'Erfaringshorisont' 2.N

Flertallet af eleverne kommenterer uopfordret det faglige niveau i forestillingen og synes, at det er meget passende i forhold til deres baggrundsviden – deres erfaringshorisont.

"Altså niveauet det var ret højt, hvis man ikke kender noget til det i forvejen, havde en baggrundsviden. Det er nok meget vigtigt for at kunne forstå, hvad det er der sker. Og vi har jo også den her baggrundsviden for det[...]" (Johanne, II).

"[H]vis man ikke lige var på så højt niveau, som vi var, hvis der nu var kommet en 1.g. eller en 9. klasse ind og se det - jeg ved så heller ikke, om det er meningen, men de ville nok ikke lige kunne forstå det hele" (Lise, II).

"Jeg kunne godt forstå det, der var nogle gange, hvor jeg tænkte, det var meget godt jeg havde noget biologi eller kemi, for der var nogle ting, hvor jeg tænkte, det ville en normal en, eller en der ikke havde det, ville nok ikke kunne forstå det uden den baggrundsviden" (Dorthe, II).

I den forbindelse kommenterer de også, at ikke-naturfagselever nok ville have svært ved at forstå forestillingen. Så ved at definere deres evner, i forhold til en anden gruppe – 'ikke-naturfagseleverne', eller "en normal en" som Dorthe kalder dem, får de en følelse af, at evne noget

andre ikke kan og det styrker dem i deres identitet som naturfagselever. Jenkins beskriver denne sociale identitetsdannelse som: *The notion of identity involves two criteria of comparison between persons or things: similarity and difference* (Jenkins, 2004, s. 4). Hvorvidt elevernes antagelser, i forhold til dem de er forskellige fra, 'ikke-naturfagseleverne', er rigtig, er ikke aktuel i denne sammenhæng, men databehandlingen fra 2.S vil kunne belyse dette aspekt.

Der er dog nogle af eleverne, der beskriver, hvordan de blev udfordret kognitivt af de mange termer, der indgår i forestillingen. Lotte sagde følgende under gruppeinterviewet:

"Der var også lige på et tidspunkt, hvor der kom nogle nye ord for noget vi godt kendte egentlig, men hvor de også fortalte altså, eller sådan sagde, at det var det her, men altså, at det også blev kaldt det her, men så brugte de det senere hen og[...] så kunne jeg ikke huske, hvad det var."(Lotte, 47, GI)

Lotte beskriver sine vanskeligheder med at skabe lokale sammenhænge i situationsmodellen (Graesser, Olde, & Klettke, 2002), forstået på den måde, at hun kun kan bevare overblikket over sammenhængen i fortællingen, hvis beskrivelsen af de nye termer hun modtager i fortællingen stadig er tilgængelig i hendes bevidsthed. Jo færre termer hun bliver introduceret for, des nemmere er det at bevare sammenhængen. Det er netop de mange nye termer eleverne henviser til når de overvejer, hvorvidt 'ikke-naturfagselever' vil kunne få noget ud af at se forestillingen. Det er deres overbevisning, at de ikke vil kunne opretholde den lokale sammenhæng og dermed vil de miste overblikket over fortællingen.

Simon reflekterer over, hvordan eleverne ved at bruge deres forhåndsviden, deres *scripts*, får mere overskud til at fokusere på de nye ting og, at det er vigtigt, at de nye ting bygger ovenpå deres eksisterende viden:

"[M]an skal putte ekstra på, så du kan sidde og have det overskud og så sige, jamen jeg ved godt, hvordan en cellemembran ser ud, så jeg skal ikke sidde og tænke mig til, hvordan de vender indad mod hinanden [phosphorlipidernes haler]" (Simon, II).

2.N føler, at de har et godt fagligt fundament for at forstå forestillingen, selvom flere af dem har haft lidt svært ved at følge med. Det har styrket deres selvopfattelse som naturvidenskabelige mennesker, at opleve, at de kunne forstå en sådan forestilling. De er enige om, at en person, uden deres baggrundsviden, ikke havde forstået ret meget, hvilket også er med til at styrke deres identitetsdannelse.

'Erfaringshorisont' 1.N

1.N var af deres fysiklærer blevet bedt om at læse en fem sider lang artikel fra Weekendavisen (*De kloge fedtpartikler*, maj 2003) om forskningen bag udviklingen af de magiske kugler. De var således, i god mening, blevet forberedt godt, lidt for godt vil de fleste i klassen mene:

"[V]i vidste bare helt nøjagtig hvad det handlede om. Så det synes jeg måske man skulle have undladt og så bare gå ind og se det, for så havde det nok også hjulpet på at det havde været endnu mere spændende for vi vidste alt det de næsten sagde... det hele var afsløret på forhånd."(Marie)

Det er tydeligt, at Marie mener, at forestillingen skulle have talt for sig selv og dermed var blevet mere spændende. Det svarer til, at man på forhånd kender morderen inden man begynder at se en detektivfilm. Det er min oplevelse, at elever ofte bliver forberedt af lærerne inden de skal modtage en ekstramural oplevelse, såsom et besøg på Fjord og Bælt centret i Kerteminde (Dohn, 2007) eller på et Rensningsanlæg, og at denne forberedelse er med til at sikre, at eleverne kan følge med i et foredrag, en rundvisning eller lignende. I dette tilfælde er oplevelsen en Videnskabsteaterfortælling og i lyset af de reaktioner, der er kommet fra halvdelen af eleverne, der *"vidste helt nøjagtig, hvad det handlede om"*, er den indbyggede spænding, fastholdelsen i et narrativt begær, en afsluttende del af oplevelsen og det er vigtigt ikke at ødelægge denne spænding ved for meget forberedelse.

Det var dog ikke alle fra 1.N, der mente, at det havde været bedre at komme uforberedt, for som Sofia kommenterer så skal man: *"være lidt inde i den videnskabelige verden, hvis man sådan skal holde koncentrationen hele vejen igennem"*.

Den generelle holdning fra eleverne i 1.N var, at de følte sig for godt forberedte til forestillingen, og at de havde fået en bedre oplevelse, hvis de ikke havde læst en artikel på forhånd. De fleste ville gerne have læst artiklen bagefter og eventuelt arbejdet videre med det som et AT forløb.

'Erfaringshorisont' 3.Bt

3.Bt var også godt forberedt inden de så forestillingen, om end på en indirekte måde, i forhold til 1.N. De var fra den matematiske linje før gymnasireformen og havde bioteknologi på højniveau og var derfor, i løbet af undervisningen, blevet fortrolige med megen af den terminologi, der forekom i forestillingen. Deres almene baggrundsviden indenfor bioteknologi gav dem et fundament, i form af et stort udvalg af *scripts*, så de havde overskud til at modtage de nye ting i forestillingen. De føler også, at deres baggrundsviden har medvirket til, at de synes forestillingen var spændende som Tanya udtrykker det:

[G]runden til, at jeg også synes det var spændende var fordi jeg kunne forstå, når de sagde Lipider eller membraner og sådan noget, som folk hurtigt ville stå af på, selv om det ikke er så svært, og hvis jeg ikke havde kendt de begreber, de brugte og ikke havde forstået, hvad de snakkede om, sådan rent fagligt[...] kunne man lige så godt have læst i avisen" (Tanya, II).

Fra deres undervisning havde de *scripts* omkring immunforsvarets opbygning, strukturen af phosphorlipider, opbygningen af cellemembraner osv. og kunne desuden anvende deres forhåndsviden til at skabe billeder af det performerne fortalte om.

Erfaringshorisonten, i forhold til det faglige indhold i forestillingen, var høj hos 3.Bt og de var meget tilfredse med deres baggrundsviden i forhold til forestillingens indhold og niveau.

'Erfaringshorisont' 2.S

I 2.S giver eleverne også udtryk for at de er glade for en baggrundsviden de har fra deres biologiundervisning i 1.g, for de har ikke helt fanget alle forklaringerne i løbet af forestillingen, som Karens kommentar er et godt eksempel på:

"Der kom da også nogle nye begreber ind, men det forklarede de da også sådan lige hurtigt, det gjorde de da[...]Men jeg er i hvert fald glad for, at jeg havde biologi sidste år." (Karen)

Christoffer er den i klassen, der synes han interesserer sig mest for naturvidenskab og vil gerne være læge. Som han siger: *"Jeg synes selv, at jeg ved rigtig meget om naturvidenskab i forhold til hvor kort tid jeg har haft det, jeg tror jeg forstod mere end mine klassekammerater"*. Men samtidig er han meget utilfreds med, at der var rigtig meget han ikke forstod:

[I]i stedet for at holde et foredrag for en masse unge mennesker som ikke aner noget om det så måske hyre nogle skuespillere. Jeg ved ikke, jeg tror også at forestillingen var sådan mere egnet til ph.d. studerende. Hvis man så havde lavet det lidt mere nemt tilgængeligt, altså jeg synes de forklarede det godt, men der var også mange fremmedord i det i stedet for sådan lige at gå tilbage til 9. Klasses niveau og prøve sådan at forklare jamen det er sådan her det hænger sammen det hele" (Christoffer, Q1)

Han forsøger at finde en forklaring på, at han ikke forstod det hele. Han virker næsten fornærmet over, at han ikke forstod det hele og har fået forstyrret det billede han har af sig selv, som en der *"ved rigtig meget om naturvidenskab"*. Han forsøger at skabe balance i forstyrrelsen af hans selvopfattelse, ved at hævde, at forestillingens målgruppe må være ph.d. studerende. Problemet er, at han sammenligner sig med sine klassekammerater, der ikke interesserer sig ret meget for naturvidenskab og i forhold til dem er han nok rimelig dygtig.

2.S har haft biologi på C niveau i 1.g og fysik på C niveau i et halvt år, da de ser forestillingen. Langt de fleste giver udtryk for, at de er glade for, at de, i det mindste, har haft biologi C sidste år, for ellers ville de slet ikke have kunnet følge med.

Sammenfatning for 'Erfaringshorisont'

Det er karakteristisk for alle eleverne, at de har haft positive oplevelser når deres personlige scripts har kunnet bidrage til deres forståelse af forestillingen. De er derfor meget glade for den baggrundsviden de har i forhold til det faglige i forestillingen, hvad enten deres erfaringer er små, som det gælder for 2.S eller store, som det er tilfældet med 3.Bt.

8.2.5 'Kunsten'

Denne kode indeholder kommentarer om musikken, scenografien, skærmen og visualiseringerne. De kunstneriske udtryk kan være vurderet enten positivt eller negativt. For at gøre gennemgangen af koden mere overskuelig har jeg underinddelt 'Kunsten' i emnerne: skærmen, visualiseringer, scenen, sangen, musikken og forbedringer. Det er ikke alle underemner, der er aktuelle i alle klasser.

'Kunsten' 2.N

Scenen

To af de grupper jeg interviewede fremhæver scenen som det, der gjorde størst indtryk på dem og de er meget positivt overraskede over, at der er blevet brugt så mange ressourcer på scenografien.

"Altså det der fangede mig, var meget det grafiske. Den måde de havde bygget det op på, det synes jeg var utrolig godt lavet"(Tina, II).

Jeg tror at disse udtalelser bunder i tre ting, for det første sammenligner de scenografien fra *Den Magiske Kugle* med scenen fra *Bioetik og Musik*, som var en rejsende teaterforestillingen uden egentlig scenografi. For det andet er det lidt luksuriøst at "kæle" så meget for et foredrag og dermed markerer scenografien, at *Den Magiske Kugle* er en forestilling og ikke et konventionelt foredrag. For det tredje har det været instruktørens hensigt at anvende de kunstneriske virkemidler til at hjælpe med at fange publikum, hvilket er lykkedes særligt godt for eleverne i de to grupper.

Visualiseringer

Johanne beskriver visualiseringerne på skærmen på følgende måde:

[...]der hvor de viste liposomer inde i kroppen, det var også – det havde også den effekt af, uha nu sker der noget spændende" (Johanne, II).

Den visualisering Johanne henviser til er under forestillingens klimaks, hvor man ser en magisk kugle blive skudt ind i blodbanen og følger dens rutsjebanetur rundt i blodbanen, hvor den til sidst ender ved en kræftknode og splintres i et lysglimt der fylder hele skærmen. Signe fremhæver også klimaksen som det bedste ved forestillingen og de viser dermed ubevidst at selve fortællingens struktur har gjort stort indtryk på dem.

Disse visualiseringer er understøttet af en kraftig lydkulisse, der er med til at opbygge spændingen som bliver udløst i et lydmættet 'brag' efterfulgt af fredfyldt sang. Det er i dette eksempel næppe muligt for eleverne at skelne visualiseringerne fra lydkulissen, de to ting har tilsammen bidraget til Johannes oplevelse af at *"uha, nu sker der noget spændende"*. Johanne er blevet revet med i denne passage af forestillingen og er blevet sanseligt stimuleret, hvilket har været med til at fange hendes situationelle interesse.

Simon nævner visualiseringerne som det bedste ved forestillingen og siger:

"De få illustrationer, billeder og animationer de havde, var utrolig gode til at forklare, hvordan du kom ind igennem cellen, og hvordan det egentlig var at man kunne føle sig som den der lille ting, der skulle igennem alle de forhindringer" (Simon, II).

Simon har levet sig så meget ind i animationen fra forestillingens klimaks, at han følte sig som den magiske kugle der var på tur i blodbanen. Det fik ham til at føle sig som en del af forestillingen, som Johanne og Heidi også har oplevet. Simon siger også senere i interviewet at scenografien næsten var så flot at den distraherede ham og han *"mistede fokus"*. Hans interesse har været rettet mod det visuelle i forestillingen og han har til tider fokuseret sin opmærksomhed så meget, at han har mistet kontakten til handlingen, de kognitive dele af forestillingen. Dorte beskriver også at visualiseringerne og musikken kunne virke distraherende i forhold til det de sagde:

"Jeg synes nogle gange godt det kunne være forvirrende, når der var meget høj musik samtidig med, at de snakkede, og alt for mange ting, som kørte på den der skærm, det kunne godt forvirre mig lidt og så komme til at kigge på det eller lytte til musikken, i stedet for at lytte til det, de sagde. Det distraherede lidt." (Dorte)

Musikken

Den ene gruppe har haft en meget dårlig oplevelse med musikken, hvilket fremgår af følgende kommentarer: *"når der kom det der musik, så blev jeg sådan aaaj, så stop dog"*(Emma, 46, GI) og *"musikken ja, den synes jeg var helt vildt dårlig"* (Solvej, 46, GI).

Britta (II) efterlyser 5-minutters entre. Hvilepauser i konflikten, hvor informationen kan bundfældes, fordøjes:

"man kunne godt lige have brug for at sige så nu skal vi lige tænke det lidt igennem, og tænke nåh, og hvordan kan det være og sådan, fordi det var bare, man fik det ind hele tiden, og så kom der flere, der kom ikke sådan et eller andet, hvor man lige kunne slå, sådan lige tænke, jamen hvad var det egentlig de sagde, før det var slut og man så skulle tænke tilbage på en hel time i stedet for det måske var sådan ... måske nogle mindre komplicerede emner, en gang imellem." (Britta)

Hun har ikke brugt instruktørens "pauser" nemlig musikken og visualiseringerne på skærmen. Musikken har irriteret hende så meget, at der ikke var overskud til at fordøje.

Der er fire af eleverne i 2.N, der har dårlige kommentarer om musikken, mens resten enten ikke kommenterer den eller fremhæver den som noget positivt.

Forbedringer

Mange af eleverne, godt 63 %, i 2.N har gjort sig overvejelser om forbedringer af forestillingen, særligt i forhold til det visuelle. De ville gerne have haft nogle modeller af de kemiske stoffer performerne talte om, eller at skærmen var blevet brugt noget mere til visualiseringer. Som Lotte siger: *"meget af det var, hvor man hørte dem tale, hvor man selv skulle danne billeder inde i hovedet"* (Lotte, 47, GI).

Rikke og Britta har talt om gennemgangen af vand og kommenterer at:

"[...]det der med is, hvordan, altså det var lidt svært at forestille sig at det kunne danne hydrogenbindinger til fire forskellige. Så måske vise det lidt mere, Ja, sådan at det blev lidt tydeligere på en eller anden måde" (Britta, 48, GI).

De henviser til Oles gennemgang af, hvordan vand, på grund af dets polære egenskaber, kan binde sig til fire andre vandmolekyler og at det netop er denne egenskab ved vand, der gør det helt unikt.

2.N har overordnet set haft en positiv oplevelse med de kunstneriske elementer i forestillingen. Mest karakteristisk er det, at de efterlyser flere visualiseringer, så de ikke skal danne billederne inde i hovedet. Deres erfaringshorisont i forhold til *scripts* af molekylemodeller har ikke været dækkende i forhold til en indre visualisering og det har til tider udfordret dem for meget.

'Kunsten' 1.N

Der er meget få kommentarer omkring det kunstneriske udtryk fra eleverne i 1.N. Generelt var de ikke særlig begejstrede for hverken musikken eller scenografien som nedenstående citater viser:

"Jeg synes bare det virkede på en måde forvirrende med, hov så kommer der noget meget mærkeligt musik og et mærkeligt landskab som de går rundt og fortæller i, ja altså en menneskekrop skulle det forestille" (Mathias, II).

"[D]et ville måske have været lidt bedre hvis ikke der havde været sådan noget underligt musik..." (Helen, II)

Det lader til, at de kunstneriske elementer har irriteret mange i klassen og at denne irritation bunder i, at de er i gang med deres identitetsdannelse som meget naturfaglige personer. Eleverne behøver ikke modtage fortællingen som en forestillingen med kunstneriske virkemidler, for at modtage indholdet, de er hævet over dette og vil hellere modtage en rå version, som et naturvidenskabeligt foredrag fra en naturvidenskabeligperson, der matcher det image de gerne vil identificere sig med, deres *ideal self-concept* (Oosterwegel & Oppenheimer, 1993).

'Kunsten' 3.Bt

3.Bt nævner ikke, i modsætning til, 2.N at de savnede modeller, så de ikke selv skulle danne billeder inde i hovedet. Man kan forklare dette med, at eleverne havde de *scripts* der skulle til omkring eksempelvis molekylestrukturen og performerens gestikulation (se 'Performerne' 3.Bt) var tilstrækkelig til, at de kunne finde billederne frem.

Tobias synes musikken var overflødig i forhold til forestillingen. For ham har indholdet og performerens formidling og gestikulation været tilstrækkelig til at fange ham. Simone fortæller til gengæld at: *"Musikken, det var vi alle sammen rigtig fascineret af. Det var noget, der virkelig passede til"* (Simone, II) .

Sangen

Emilie har lyttet til indholdet i sangene, kan gengive det og har forstået, hvordan den beskriver forskningsprocessen. Denne oplevelse er i stil med det performerne selv følte omkring sangen:

Stinne: *"Hvad med sangen?"*

Emilie: *"Den synes jeg var god. Det siger jo meget om det forløb, man nu er i - vi ved det ikke, måske er det i morgen, måske er det om ti dage, måske er det aldrig, det synes jeg var fint."*

For Emilie har sangen med teksten:

Answers today or tomorrow – perhaps,
if not today maybe Friday – perhaps
and they are waiting and trying and thinking – and reconsidering

,således givet mening og været mere end blot en lydkulisse.

Scenen

Klassen var meget betaget af scenografien og det er den eneste klasse, der lader til at have forstået scenografien:

"Lige pludselig gav det mening med de der røde træer, der lige pludselig blev blodårer. Det havde jeg aldrig nogen sinde tænkt på. Det var sådan noget - nåh ja, det er rigtigt. Det er sådan noget, der er godt ved teater, især sådan noget forestilling" (Simone, II).

3.Bt er meget positive omkring de kunstneriske udtryk i forestillingen. Det er den eneste klasse, hvor flertallet har været meget fascineret af musikken. Det er sandsynligt at holdet også havde været tilfredse med et foredrag, men der er ingen tvivl om, at de kunstneriske elementer har gjort oplevelsen mere intens for dem.

'Kunsten' 2.S

Scenen

Udsagn: Scenen understøttede budskabet

Jane: "Ej, scenen den var altså bare rigtig god, nu bliver jeg nødt til at flytte rundt på nogen [brikkerne i Q-sort]. Og i starten så synes man bare det var mærkeligt og så var der det der vand og de der mærkelige stole de sad i og sådan grenen midt i det hele men det fandt man jo ud af efterhånden. Så det synes jeg faktisk var rigtig godt bygget op. [Rykker rundt på nogle udsagn for at få plads til udsagnet i 3+]. Jeg synes bare det der med, at scenen understøttede budskabet, at det synes jeg er så vigtigt. Så kunne man også lidt når man ikke forstod det så kunne man også kigge lidt på scenen."

For Jane har scenen haft stor betydning for hendes modtagelse af forestillingen. Hun fortæller, at hun har brugt kunsten når der var noget hun ikke forstod. Det har været instruktørens hensigt at kunsten skulle tage over når det faglige blev for indviklet eller når ord ikke slog til. Jane har netop modtaget scenografien på den tilsigtede måde og den har været med til at fange hende og gøre hende interesseret. Det samme er tilfældet for de fleste andre elever fra 2.S der synes at scenen har hjulpet dem med at forstå forestillingen:

"Det gjorde den, den synes jeg var god. At de havde det der røde træ eller hvad det nu var, at det ligesom illustrerede blodårerne, det var sådan lidt mere pædagogisk så man bedre kunne forstå det synes jeg" (Karen, QI).

"Jeg ved ikke, der var også de der broer, jeg ved ikke om det var for at vise sammenhængen imellem det hele og sådan [...] Specielt de der stole med de kugler det var meget godt lavet, også at da han snakkede om de der vandmolekyler, at der var den lille sø der, det var også meget godt" (Carmen).

"F.eks det træ der og vandet det gjorde at man fik ja blikfang på noget og det fangede også lige lidt mere end hvis det bare var en der stod og fortalte. Det gjorde også lige at øjnene fik noget at se på mens ørerne hørte noget, det fangede også lidt mere" (Henrik, QI).

Musikken

Der er rigtig mange af eleverne, der har kommentarer til musikken som det fremgår herunder:

"Den var sådan lidt for dystert og der var også nogle skingre toner og der var også nogen gange, at den kom til at overdøve dem og det irriterede mig egentlig lidt at man ikke rigtig kunne høre hvad de sagde" (Lars).

"Nej jeg synes måske nogen gange at musikken den var sådan lidt irriterende, den der høje tone der var hele tiden" (Anne).

"Der synes jeg faktisk at musikken irriterede rigtig rigtig meget. De skulle have valgt noget mere dæmpet, men det kan godt være det ville virke anderledes hvis man så den i [tea-ter]salen" (Christoffer).

Lars, Anne og Christoffer synes direkte, at musikken har været irriterende, hvilket sandsynligvis har betydet, at de har brugt energi på at irriteres over de musikalske indslag og mistet koncentrationen for forestillingen. For dem har musikken ikke tjent det intendede formål, nemlig at tage over når ordene ikke rakte til at beskrive en følelse eller fornemme storheden i hele fortællingen. Det er dog nogle af eleverne der erkender at musikken passede meget godt til forestillingen, uanset om de brød sig om den eller ej:

"Altså jeg synes musikken passede godt til det, men nogen gange så kunne der ..musikken var sådan lidt monoton nogle gange og det var deres talemåde også, så nogen gange kunne der godt have været sådan lidt mere overraskende, men for det meste da synes jeg det passede meget godt ind i det" (Carmen).

"Den var sådan lidt spøjst synes jeg men man kunne godt relatere det til det de sagde, så det var fint nok" (Lena).

Sangen

"Det var lidt mærkeligt, man skulle lige sådan. Der var et tidspunkt hvor de sang om at elske vand og så hadede de vand, det var sådan lidt sjovt" (Jane).

"Det der med hende der, der stod og sang det blev man lige lidt træt af" (Henrik).

Jane og de fleste andre i klassen har ikke forstået, hvad sangen handler om, nemlig det faktum at et phosphorlipid, på grund af dets amfifile karakter, har to haler, der, metaforisk set, hader vand og et hoved, der elsker vand.

Skærmen

"De små film var virkelig virkelig gode" (Mikkel).

[D]et var også godt, at de havde de der filmklip ind imellem fordi så kom der ligesom noget andet. Der havde man noget at kigge på og så kunne man bedre koncentrere sig også hvis man har noget at se på" (Carmen, Q1)

Generelt er det karakteristisk for 2.S, at de har været meget positive omkring scenekunsten og de føler det har hjulpet dem til at forstå forestillingen og givet dem noget at se på når de ikke helt forstod fortællingen. Den har med andre ord, hjulpet med til at fange deres interesse for forestillingen.

De fleste i 2.S synes musikken var lidt underlig, nogle har decideret været irriterede på den, mens andre egentlig godt kunne se at den passede fint til forestillingen, selvom den var lidt spøjst.

Sammenfatning af 'Kunsten'

Sammenfattende er der meget delte meninger om kunsten i forestillingen. Eksempelvis lader det til, at de kunstneriske elementer har irriteret mange i 1.N, da den har forstyrret deres billede af, hvordan naturvidenskab skal formidles, nemlig som et naturvidenskabeligt foredrag fra en naturvidenskabelig person, der matcher det image de gerne vil identificere sig med. De ønsker en rå og uspole-ret version uden forførende elementer, da naturvidenskaben er forførende i sig selv.

2.N har overordnet set haft en positiv oplevelse med de kunstneriske elementer i forestillingen, men de efterlyser flere visualiseringer, så de ikke selv skal danne billederne inde i hovedet.

Både 3.Bt og 2.S er meget positive omkring det kunstneriske udtryk i forestillingen, som de har brugt på hver deres måde. 3.Bt har forstået scenen og har nydt at få deres globale interesse præsenteret på så flot en måde. 2.S føler derimod at scenekunsten har hjulpet dem til at forstå forestillingen bedre og har fæstnet sig ved den, når de mistede overblikket i forestillingen. I 3.Bt har de været meget fascinerede af musikken, de har forstået budskabet i sangen såvel som scenografien, hvorimod eleverne i 2.S synes musikken har været underlig men dog har passet godt nok til forestillingen.

8.2.6 'Fortællingen'

Som det fremgår af Tabel 8.2 dækker koden 'Fortællingen' over kommentarer, der retter sig mod forløbet i forestillingen, samt indholdet. Det kan være de historiske indslag, forskningsprocessen, tværfagligheden, det faglige niveau og spændingen. Ikke *hvordan* det blev opført men *hvad* der blev opført. Jeg har underinddelt koden i emnerne: faglige niveau, formen og emnet, teater/foredrag og kliniske studier for at gøre gennemgangen mere overskuelig. Det er ikke alle underemner, der er aktuelle i alle klasser.

'Fortællingen' 2.N

"Jeg synes det var meget spændende. Fordi, det kan godt være, at vi mange gange læser en artikel om et eller andet, der lige er blevet, man har fundet ud af, eller man har hørt i fjernsynet, men altså det blev formidlet på sådan et sprog, så vi alle kunne være med og forstå det. Jeg synes det var rigtig godt. Også at vi fik det ud fra flere forskellige perspektiver, det var også rigtig godt. Jeg synes det var en meget god forestilling. Altså, jeg var meget meget glad for at se den." (Johanne, 44, G1)

Johanne er en af de elever fra 2.N der udtrykker sig mest positivt omkring forestillingen. I citatet sammenligner hun oplevelsen med artikler eller fjernsynsudsendelser, der også fortæller en aktuel historie fra videnskabens verden, og fortæller, at forestillingen har fanget hende på en anden måde. Hun fremhæver blandt andet, at performerne forklarede tingene så man kunne forstå dem og at det tværfaglige perspektiv var interessant. Hun vil gerne uddanne sig indenfor molekylær biomedicin og forestillingen har ramt lige ned i hendes lokale interesseområde og det har gjort hende glad og bekræftet hende i hendes interesse og fremtidige uddannelsesvalg.

En anden pige, Heidi, har som Johanne også haft en meget positiv oplevelse, hvor hun er blevet revet med af forestillingen: *"[...] det føltes som om man selv var inde i den oplevelse der ligesom var. Det var helt vildt fedt synes jeg. Rigtig rigtig godt"* (Heidi, 43, GI).

Både Johanne og Heidi er blevet opslugt af forestillingen som helhed og har på visse stadier følt sig 'transporteret ind i fortællingen univers' de har med andre ord oplevet en narrativ transportation (Green & Brock, 2000).

Lise beskriver også helhedsindtrykket og beskriver at hele stemningen var med til at gøre hende interesseret: *"[J]eg synes det var spændende, de fik lagt en stemning så man blev interesseret i det, synes jeg"* (Lise, II). Stemningen i forestillingen fremhæves også specifikt af Signe:

"...altså bare den stemning der var i det hele, og den musik, der lige pludselig kom, hvor man ligesom satte sig ind i situationen og forskningen og en hel masse ting, jeg synes det var kanonfedt" (Signe, II).

"Jeg synes det var en god måde at lære noget på, og en anderledes lidt sjovere måde i stedet for, at det er en professor et eller andet sted som står og skriver en masse ting ned på tavlen og står og plaprer løs" (Dorthe, II).

Dorthe sammenligner oplevelsen med det hun forbinder med et foredrag på universitetet og synes det er dejligt anderledes med videnskabsteater.

Tværfagligheden

Der er et tværfagligt element i forestillingen og forskningsprocessen, som træder tydeligt frem ved at lade tre performere fra hver deres forskningsmæssige baggrund medvirke i forestillingen. Dette bliver specifikt fremhævet af 4 af eleverne fra 2.N blandt andet Lise og Simon:

"[...]de fik det fortalt på en god måde og fra forskellige - det der med, at det var en fysiker og var der også en biolog? Men det der med at det ikke bare var det samme - at de kunne se det fra forskellige vinkler" (Lise, II).

"det var også meget godt, at de ligesom havde hver deres emne at holde sig til, at de ikke kom ind på hinandens emner [...] Den ene var måske mere fysiologisk og så den anden var lidt mere omkring de processer, som egentlig var i de der cellemembraner, som gjorde at det var ok det Liposom kunne komme ind" (Simon, II).

Det fremhæves af mange at performernes baggrund har været med til at gøre forestillingen mere interessant og ifølge Simon, har det også gjort det nemmere at bevare overblikket, da de repræsenterer hver deres faglige gren. I henhold til situationsmodellen har dette fritaget eleverne fra at justere deres persondimension i forhold til de tre performere, eftersom de ikke har skiftet faglig retning i løbet af forestillingen.

Skærmen

"Jeg synes dokumentarfilmene. Det var rigtig godt" (Susan, II).

Der er kun en af eleverne i 2.N der fremhæver de dokumentariske indslag på skærmen som noget positivt. Til gengæld er der flere i de andre klasser der fremhæver disse historiske indslag.

Knap halvdelen af eleverne bruger både ordene 'interessant' og 'kedelig' til at beskrive forestillingen, blandt andet Emma: *"når de stod og bare talte så kunne det godt nogen gange blive sådan lidt kedeligt, men det de sagde synes jeg var interessant"*(Emma, 46, GI). De skelner således mellem opførelsen og indholdet i fortællingen.

2.N er enige om at emnet i forestillingen er meget spændende og er især positive omkring visualiseringerne på skærmen, der har fanget mange af eleverne. En del af eleverne, synes at det godt kunne være blevet præsenteret lidt bedre, men det lader til at det overordnede indtryk af forestillingen har været godt. Det er den klasse der har haft den mest realistiske forventninger til forestillingen og skuffelse over formen er ikke den følelse, der har påvirket deres oplevelse mest.

'Fortællingen' 1.N

To af pigerne kommer med en sammenfattende kommentar om deres oplevelse med forestillingen. Helen synes det hele var lidt kikset, mens Sofia synes det som helhed var godt:

"[J]eg synes det var måske en lidt kikset blanding, sådan halvt teater og sådan halvt foredrag. At det ville måske have været lidt bedre, hvis ikke der havde været sådan noget underligt musik eller sådan, altså jeg tror jeg ville have fået ligeså meget ud af et foredrag med et powerpoint show og computersimulationer bagved, som jeg fik af teatret" (Helen, II).

"Altså det var sådan noget videnskabeligt teater, det var ikke sådan at man sad og grinede helt vildt. Det var sådan meget koncentreret og jeg synes det var helt fint. Det var en fin længde og sådan noget, hvor man lige kunne holde koncentrationen og være med. Så jeg synes egentlig at det var mest godt (he)" (Sofia, II).

Sofia bliver lidt overrasket over at høre sig selv fortælle at hun egentlig mest har godt at sige om forestillingen, i det hun svarer på mit spørgsmål om, hvad der var "specielt dårligt" og hun slutter derfor med et lille "he". Hun modtager forestillingen for hvad den er, nemlig *"videnskabeligt teater"*, som hun kalder det, og forsøger ikke at sammenligne det med teater eller foredrag. Hun har ikke en oplevelse af at have fået noget andet end forventet og kan ikke finde noget negativt at sige.

Med sætningen: *"Det hele var afsløret på forhånd"* (fordi klassen har læst en artikel) viser Marie, at hun er bevidst om fortællingens opbygning med spændingsmomenter, hvor de forskellige problemer (plotpunkter) og deres løsninger dukker frem efterhånden.

Der er mange af eleverne, der nævner skærmen og de dokumentariske indslag med tidligere forskning som noget meget positivt:

"Det var det der med at de talte om et eller andet og så var der noget video nærmest der kom op på sådan en skærm, hvor der så var nogen der talte bagved der ligesom forklarede om tidligere forskning. Forskere der havde fundet ud af noget som handlede også lidt om det. Og så at der var noget musik og den scenografi der var med noget vand og sand osv."

Det kunne jeg godt li, altså sådan at det var mere spændende end hvis der bare var en der havde stået her og fortalt” (Marie, II)

”[...]så kommer der lige lidt historie omkring det og sådan, hvordan forskere har prøvet, det synes jeg var rigtig godt faktisk det med at der var forskere” (Magnus, II).

Anders’ svar på mit spørgsmål om, hvad der var specielt godt ved forestillingen, retter sig mod indholdet, det der fortælles om:

”Bare det at de kom ind på den her nye opfindelse og det er jo helt vildt spændende fordi man har altid brugt tid på at prøve at finde noget medicinsk som kan kurere kræft og nu har de endelig sådan, på en måde, kommet op med noget som kan være meget banebrydende.” (Anders, II)

Anders er blevet fænget af at det er banebrydende forskning, Mathias er ligeledes imponeret over forskningen:

”Alt det var da også noget af det første man snakkede om når man kom hjem, hvor langt man egentlig var nået med kræftbehandlingen[...] det var sådan at man sad, er det virkelig rigtigt at man kan være nået så langt med det? Jeg synes i hvert fald at det var meget lærerigt” (Mathias, II).

Mange af eleverne bruger ordet spændende til at beskrive hvad de synes om forestillingen. Det er min overbevisning at ordet dækker over to ting: for det første henviser det til selve fortællingen i forestillingen, at den har indbyggede spændingsmomenter og kan holde modtageren fanget. For det andet henviser det til at forskningen er nået så langt som til de kliniske studier, hvilket gør selve forskningen, der fortælles om spændende, som vi så i citaterne fra Anders og Mathias. Det at forestillingen var spændende kan være medvirkende til at modtageren bliver sat i en tilstand af interesse, interessen er blot rettet mod to forskellige ting – henholdsvis handlingen og objektet.

”Så på en eller anden måde så ville jeg hellere have haft at det bare var et foredrag end det var et skuespil fordi det var sådan... For det første tog det meget længere tid fordi det var et skuespil, det tror jeg, og så kunne det godt have været lidt mere interessant, hvis de bare havde fortalt om det og så måske lavet nogle forsøg. Men jeg synes ligesom jeg manglede nogle forsøg” (Morten, II).

Dagen inden de så forestillingen havde klassen haft besøg af to fra SDU’s fysikshow, der fortalte om fysikstudiet og viste en masse forsøg. Klassen sammenlignede de to oplevelser bagefter, og det er tydeligt at Morten er meget skuffet over forestillingens fremførelse og savnede forsøg som havde krydret oplevelsen dagen før. Anders henviser også til fysikshowet dagen før og siger: *”Fysikshow dagen før, det fik mig til at tænke om jeg måske skulle læse fysik”*. Det er tydeligt at besøget af de to fysikshowere (som de kalder sig) har været en meget positiv oplevelse. Sofia fremhæver også besøget og fortalte at de havde fået det til at lyde rigtig spændende at læse fysik og derudover kommenter hun at *”det var nogle unge mennesker som der var helt normale og vi kunne sagtens følge med i det”*. Hun har altså fået brudt med sin stereotypeopfattelse af fysikere, og netop mødet med personer, der ikke passer ind i det stereotype billede er den bedste måde at ændre opfattelsen på (Hannover & Kessels, 2004).

Teater/foredrag

"...den måde det blev gjort på det var lidt kedeligt synes jeg. Jeg ville hellere have set det som et rigtigt foredrag" (Anders, II)

"[H]vis man tager ind for at se det som et foredrag ville det være kanon spændende ...jeg vil hellere at man kommer ud på universitetet og man oplever et foredrag og hører nogen fortælle og man tegner løs på en tavle (lyder ivrig) og noget så det måske er nemmere at forstå." (Mathias, II)

Både Anders og Mathias som vi så ovenfor, samt Morten, Sofia og Helen giver udtryk for, at de hellere ville have hørt et rigtigt foredrag. Morten mener også, at det nok havde været kortere, han synes forestillingen var lang og at de bare sad stille og snakkede og snakkede. I lyset af hans resumé af forestillingen:

"Den handlede om de forskellige, hvad de der, hvad der var inde i kroppen og hvordan man, hvad de der øh, hvordan man, hvad hedder det, den nye medicin til de der kræftceller og det forskellige, ja hvor de fortalte om, hvordan de kunne gøre det og så de fortalte hvad de var og det handlede meget om kroppen." (Morten, II)

, tror jeg ikke at han har læst artiklen særlig grundigt. Han er altså ikke forberedt og kan ikke bruge de nye termer fra forestillingen til at fortælle mig om handlingen. Alligevel udtrykker han at han lærte meget og tænkte over nogle ting lige efter forestillingen. Han giver også udtryk for, at det har påvirket ham lidt at have *"set hvad man kan gøre med fysik og kemi"*. Rasmus mener også at forestillingen har påvirket ham positivt i det den har gjort fysik endnu mere interessant. Mathias siger ligefrem at han har fået øjnene op for at de faktisk forsker i noget der kan bruges til noget:

"Nogen gange kan man godt bare forestille sig, at der sidder en masse forskere og forsker i ingenting og får en masse penge for det, men når man så ser hvor langt man er nået så må de jo lave et eller andet (griner)" (Mathias, II)

For Mathias har forestillingen ekspliciteret, at forskning kan bruges til noget meningsfuldt. Den har givet ham et mere anvendelsesorienteret billede af forskning på universiteterne. Alle tre drenge (Morten, Rasmus og Mathias) fortæller at de har oplevet at fysik og kemi kan bruges til noget, og netop meningsfuldhed er en vigtig faktor, når en interesse skal fastholdes (Mitchell, 1993). I deres tilfælde er det ikke forestillingen interessen er rettet mod men derimod fagene, hvilket understøttes af at Mathias udtrykker, at det mere og mere går op for ham at der er matematik og fysik i alting, men han har haft brug for at opleve, at der foregår noget meningsfuldt forskning på universitetet. Netop det at man kan bruge det man laver til noget, at man kan opdage noget nyt, er helt centralt i hans interesse for naturvidenskab.

Hvis man tager rekrutteringsbrillerne på er både Mortens og Magnus's bemærkninger omkring fysik meget interessante. De to drenge er begge interesserede i naturvidenskab, særligt fysik, men den ene vil læse medicin og den anden har ikke besluttet sig endnu. Det er netop disse elever, der kan påvirkes til at læse fysik og både besøget fra fysikshow og forestillingen har måske skubbet dem i retning af at vælge en universitetsuddannelse indenfor fysik. Det viser at der kan laves indsatser der i sidste ende kan påvirke elevernes valg af uddannelser, man skal bare finde den rigtige målgruppe.

Magnus mener, at det var lidt for foredragsagtigt, men kun på en måde: *"jeg synes det var godt, det var en god forestilling, men det havde måske fungeret bedre, hvis du havde haft papir med så du kunne skrive ned som hvis det var et foredrag."* Han har ikke fået det han forventer, hverken teater eller foredrag og i et forsøg på at finde tilbage til et script han kender forslår han at de kunne have taget noter undervejs. Det er hans måde at bringe det på en form som var det et foredrag. Når nu foredraget ikke opfører sig "foredragsagtigt" så kan publikum i det mindste opføre sig "som-om-de-modtager-et-foredrag-agtigt" og dermed tage notater. Han forsøger med sit forslag at finde tilbage til en ligevægtstilstand, hvor han ved, hvad han har med at gøre.

Som jeg også kom ind på under koden 'Kunsten' så er det min tolkning, at det, der forstyrrer Magnus er, at han i disse år er i gang med at spejle sig i det billede, han har af interessedomænet "naturvidenskab", for at identificere sig med naturvidenskab og identificere sig med stereotype repræsentanter for naturvidenskab. Men det billede han har stemmer ikke overens med det billede han modtager fra forestillingen. Forskerne opfører sig ikke "forskeragtigt", naturvidenskab opfører sig ikke "naturvidenskabsagtigt" og som allerede nævnt bliver naturvidenskaben ikke formidlet "foredragsagtigt". Det forstyrrer hans billede og dermed hans identitetsdannelse og han ville ønske at han havde modtaget det billede han normalt spejler sig i.

Mathias ville også meget hellere have modtaget et foredrag, gerne kombineret med et besøg på universitetet, men han er ikke i samme grad påvirket. Hans interesser ligger fast, han identificerer sig med fysik og vil læse det på universitetet. Han kan godt takle at forestillingen ikke passer ind i det billede han har af fysik. Han hæver sig over forestillingen og dens formidlingsform og mener at den ville være god til den almene befolkning, men at formen ikke er "naturfagsagtig" nok til ham: *"Men det er måske en meget god måde at komme ud til normalbefolkningen på"*.

På mit spørgsmål om, hvorvidt han har fortalt sine forældre eller venner svarer han: *"Jamen jeg har fortalt at det var utrolig spændende og det var et godt foredrag.. eller godt fore...teater, men, men stadigvæk så det der med at det var lidt for foredragsagtigt."* Rasmus bruger hele interviewet på at kommentere at det, hverken var et foredrag eller et teater, han fremhæver formen i samtlige spørgsmål jeg stiller og det har tydeligvis påvirket ham meget.

Jeg spurgte de naturvidenskabelige klasser om de tror at forestillingen kunne vække interesse hos ikke-naturfagsinteresserede elever. Anders viser i sit svar, hvor fascinerende han selv har oplevet indholdet, i dét han siger:

"Jeg vil tro, at folk vil være interesserede og vil synes det er spændende. Fordi at når man nu taler om kræft så er det ikke kun naturvidenskab, så er det også blandt mennesker og det er overlevelse (smiler). Enhver gad godt, at vide, hvordan det fungerer" (Anders, II)

Anders er også bevidst om at det hjælper på interessen, hvis naturvidenskab handler om mennesker.

"jeg mødte en derinde, en af mine venners mor, hun har vist selv haft kræft og så var hun inde at se det bare sådan af sig selv og jeg tror hun synes det var rigtig spændende og hun var måske blevet lokket derind fordi det var på et teater og det var teater og det havde nok overbevist hende om at hun godt kunne forstå det i stedet for at hun skulle ud på universitetet til et foredrag derude" (Helen, II).

Mange af eleverne fortæller at, da de efterfølgende talte om forestillingen på klassen eller med kammeraterne gik det for alvor op for dem, at det faktisk var meget interessant og banebrydende. Der er opstået en dybere fascination for fortællingen når de indgår i reflekteret dialog omkring det. Denne observation viser at der kan foregå et efterspil, der har betydning for elevernes narrative reception, hvilket viser at det kan være vigtigt og måske endda nødvendigt at skabe et refleksiivt rum der åbner muligheden for efterrationalisering og nye realisationer. Et af mine vigtigste formål i designet af Aktion 2 og 3 er netop at facilitere reflekteret dialog om forestillingen, og resultaterne af disse aktioner hvis blive analyseret i henholdsvis kapitel 11 og 12.

I 1.N er det selve forskningsfortællingen der har fænget eleverne og ikke den måde det blev opført på. Det er meget fascinerende over hvor langt forskningen er nået og synes det har været spændende at høre om. Mange af dem ville hellere have hørt et foredrag, de føler sig så naturvidenskabelige at det virker upassende, lidt for blødt, at få det præsenteret på en anden form end det klassiske videnskabelige foredrag.

'Fortællingen' 3. Bt

"[J]eg syntes det var rigtig rigtig spændende, det synes jeg bare har været rigtig, rigtig godt, og jeg har fået rigtig meget ud af det. Det var noget der virkelig satte gang i tanker [...] og de var så gode til at fortælle om det" (Simone, II).

Simone fortæller desuden om, hvordan scenografien har været med til at skabe mening i forestillingen og har suppleret det performerne fortalte rigtig godt. Det virker som om forestillingen i sin helhed har givet rigtig meget mening for hende. Vi ved at hun har en individuel interesse for bioteknologi og gerne vil være forsker og det hun fortæller om forestillingen vidner om at hendes interesse er blevet manifesteret og hun har oplevet så stor en nydelse ved at se forestillingen, at det kan beskrives som motivationsfænomenet *flow* (Csikszentmihalyi, 1990). En anden pige der også har fået aktualiseret sin individuelle interesse er Emilie:

"Jeg synes det var hamrende interessant, men det er så også fordi jeg overvejer at læse biomedicin bagefter, så det ligger jo meget tæt op af noget, som jeg måske selv kunne komme til at sidde og rode med på et tidspunkt. Så det var helt klart der der med - nøj, det skal jeg også ind og lege med" (Emilie, II).

Hun har i høj grad identificeret sig med forskningen og forskerne i og med hun siger: *"nøj, det skal jeg også ind og lege med"*. Hendes ordvalg – *"lege med"* – bekræfter at hun har en individuel interesse for emnet, hun glæder sig til selv at engagere sig i aktiviteterne omkring sin interesse og vil gøre det ubesværet og med stor fornøjelse – som var det en leg. Det ønske hun udtrykker for at deltage aktivt i fortællingen, er en faktor der karakteriserer narrativ transportation, hvilket jeg derfor vil konkludere at Emilie oplevede.

"[J]eg sagde faktisk til min veninde efter forestillingen at det var lige før, jeg gerne ville have betalt penge for at se det" (Tanya, II).

Med denne kommentar viser Tanya at hun har oplevet en stor tilfredsstillelse ved at se forestillingen, så stor at hun gerne ville bruge sine egne penge.

”Det var virkelig godt lavet og det - altså alle de effekter, der var lavet, det gjorde det endnu mere interessant. Jeg synes personligt havde det været interessant nok bare som en forelæsnings, men det gjorde det vildt spændende - bare sådan man blev fanget helt vildt godt, det skiftede mellem forskellige fortællemåder og sådan, det synes jeg var virkelig godt” (Amalie, II).

Amalie har også en individuel interesse for emnet i forestillingen og havde været fint tilfreds med at høre et foredrag. Men hun udtrykker at have oplevet at blive fanget mere af at høre om det via en forestilling.

”Man fik ligesom en faglig viden på en helt anden måde her, og det var mere konkret, så det var lidt mere spændende, fordi det var ét projekt, man ligesom tog fat i og så fik at vide, hvordan det foregik og så fordi kræft et eller andet sted er noget alle kan forholde sig til, fordi vi ligesom ved, at vi alle kan komme ud for det, og så er det måske lidt mere interessant den vej rundt” (Tobias, II).

”[D]et var vildt godt i forhold til at man følte at man lærte noget uden at sidde med den der følelse, at åh nej, nu har jeg lært noget nyt, jeg har ikke lige fået skrevet noget ned, og nu er det sikkert væk i morgen. Det var sådan en følelse af at have fået sat en hel masse ting på plads og en hel masse brikker rykket sammen i forhold til - man har lært en masse ting, og nu kan man faktisk se, at man kan bruge det sat sammen, at - så nævnte hun, den kvindelige skuespiller, noget med DNA og så var der en der nævnte noget med fedtstof og en nævnte noget med vand, så det var mange ting, der blev sat sammen. Det synes jeg var rigtig godt. Niveauet også - det var et fint niveau i forhold til at man følte man lærte noget, og alligevel kunne man også bruge det man havde med sig” (Tanya, II).

For Tanya har niveauet i forestillingen ramt plet. Hun havde tilstrækkelig med baggrundsviden til at hun kunne koble de nye ting sammen med de gamle og oplevede at bevare sammenhængen både lokalt og globalt. Hun kunne rumme alle de nye informationer og internalisere dem, hvilket også bekræftes af hende detaljerede genfortælling af handlingen.

3.Bt er meget begejstrede for forestillingens fortælling, af tre årsager: for det første har de alle en global interesse for naturvidenskab og flere af dem har oven i købet en individuel interesse for selve emnet i forestillingen. Det har været forbundet med stor nydelse at se forestillingen da de derigennem kunne dyrke deres interesse oven i købet præsenteret som en forestilling. For det andet har det faglige niveau været meget passende i forhold til deres baggrundsviden, de kunne således fint følge med. Og for det tredje har forestillingen formået at præsentere en større sammenhæng mellem alle de emner de er blevet undervist i og har samtidig været meget repeterende. Man er tilbøjelig til at udvikle sine interesser indenfor områder der styrker ens selvværd og dermed områder man bemejstrer (Hannover, 1998). 3.Bt har oplevet at bemejstre forestillingen, hvilket har styrket deres selvværd såvel som deres interesse.

’Fortællingen’ 2.5

Faglige niveau

De følgende citater viser, at eleverne har haft vanskeligheder med de mange ord de ikke kendte i forvejen, og selvom performerne forklarede dem rimelig godt var der for mange ukendte ting til at de kunne rumme dem, hvilket har medvirket til, at forestillingen blev indviklet for dem:

"Det var meget indviklet. Der var mange svære ting[...]der var mange ord i hver sætning som var lidt fremmede, så jeg synes det var svært at forstå" (Carmen, QI).

Udsagn: De forklarede de svære ting, så jeg forstod dem

Jane: "Hmmm det synes jeg altså ikke helt at de gjorde. Der var nogle gange, hvor det var jeg synes, at det forstod jeg egentlig rimelig hurtigt, det var de helt simple ting. Og så de gange, hvor jeg var i tvivl, som jeg var ofte, så synes jeg, det var måske bare når de sagde noget, hvor de ikke illustrerede det på nogen måde, så havde jeg svært ved at forstå det næste også fordi det havde noget med det at gøre så."

"De forklarede nogle meget komplicerede ting og de gjorde det rigtig godt synes jeg.[...]Fordi de går så meget i dybden i det så mister det sådan lidt det interessante i det...man mister sådan lidt opmærksomheden. Fordi når de ryger ud i nogle svære ord og nogle meget lange sætninger" (Mikkel, QI)

Under interviewet med Karen kommer det frem, at der var nogle ting i forestillingen, som hun ikke fik fat i, men som hun gerne ville have forstået:

"De brugte mange ord som de kun lige forklarede en gang, så det var lidt svært lige at huske, hvad det nu var de havde sagt[...]nu, hvor jeg sidder her, så var der nogle ting som jeg ikke kan huske som jeg godt ville have fået fat i. Der var noget med den kugle der, hvordan de fik medicinen frigivet når den nåede frem til målet, det fik jeg ikke lige helt fat i" (Karen, QI).

Hendes interesse for forestillingen har altså været så stor at det har betydet noget for hende at få det hele med og det er sandsynligt at man vil kunne holde hendes interesse fanget, i en efterfølgende gennemgang af læreren eller en anden form for opfølgning. Det viser sig også senere i interviewet, at hun giver udtryk for at hun gerne ville have brugt et kvarter på at snakke om forestillingen inden de blev sendt ud på Opgaveløbet:

"[J]eg kunne godt tænke mig, hvis man lige havde brugt et kvarter på lige at sidde og snakke om teatret bagefter, for jeg havde da lige et par spørgsmål som jeg gerne ville stille til Stinne og ham den anden der" (Karen, QI).

Formen og emnet

"Den var sådan spændende, men alligevel så synes jeg, at den kunne have været meget mere spændende. Den var lavet på en lidt for kedelig måde" (Carmen, QI).

"Den var bare meget lang, altså det var et spændende emne og sådan den var bare meget kedelig" (Anne, QI).

De fleste i 2.S giver udtryk for, at de synes forestillingen var lavet på en "lidt for kedelig måde". De synes til gengæld også, at emnet var rigtig godt og det har helt klart været en vigtig faktor i at vække

deres interesse, at der har været en menneskelig dimension i forskningen og der ikke var langt fra forskning til anvendelse i praksis, som Mikkel også kommer ind på i sin kommentar til udsagnet: Jeg føler, at jeg forstår, hvordan man forsker:

I hvert fald bedre end før og hvordan, hvad der foregår på universiteter og hvordan det ligesom er sådan et langt forløb..vi fik det jo beskrevet sådan historisk og hvordan forskellige forskere bruger det sådan til en ting og så er der nogen der kan bruge det til noget andet og så kan man så gå videre. Og så kan man ligesom se at, det tænkte vi også over nogen fra klassen, at det var, at så kan man lige pludselig se ideen i, at der er nogen, der forsker i det, selv om man lige umiddelbart synes, at det er da ubrugeligt. Altså som, at den første forsker finder ud af, at en cellemembran ser sådan der ud og så kan man bruge det sådan videre” (Mikkel, Q1).

Ud over anvendelsesaspektet er der nogle elever, der fremhæver, at det er rart at se, hvordan fagene kan spille sammen:

”Man kan sætte det ind i sådan et perspektiv og så ved man at fysik bliver brugt til noget og man kan se, hvordan fysik, kemi og biologi de kan arbejde sammen når man sådan skal forske og sådan der” (Mikkel, Q1).

Om emnet siger de specifikt:

”Det er helt klart et optimalt emne som jeg synes er interessant” (Carmen, Q1).

”Det var sådan noget med kræftforskning og det interesserer mig lidt, og så synes jeg at det er mega relevant for vores samfund” (Rie, Q1).

Jane synes, at forestillingen var ligesom et foredrag og derfor ville det være naturligt for hende at tage noter:

Udsagn: Jeg ville gerne have taget noter:

Jane: ”Ja det ville jeg gerne også det der med at det ville være det samme, hvis det var min lærer der stod og sagde det, sådan lidt. Og der tager vi jo noter. Og det er jo ikke fordi jeg forstår det bedre ved at se filmen, det synes jeg i hvert fald ikke rigtig at jeg gjorde, men det var meget spændene lige at prøve noget nyt selvfølgelig, men jeg forstod det ikke bedre”.

Hun synes primært det har været en god oplevelse fordi det er afvekslende i forhold til de almindelige fysiktimer. Henrik ville derimod gerne have taget noter fordi det var spændende, og han gerne ville bruge dem til at søge mere viden på internettet og han kunne rigtig godt tænke sig at arbejde videre med emnet: *”Det var sådan hvis man ville ind og søge noget mere om det på internettet, så var det sådan meget godt” (Henrik, Q1).*

Omkring halvdelen af eleverne udtrykker, at de nok ville have fået ligeså meget ud af at høre et foredrag, men, at de satte pris på forestillingen, fordi den var anderledes end den almindelige tavleundervisning i fysik. Vi skal altså ikke tro at de har forstået det bedre bare fordi de har set en forestilling for som Jane siger: *”det var meget spændene lige at prøve noget nyt selvfølgelig, men jeg forstod det ikke bedre”.* Om hvorvidt de lærte noget kommenterer Rie også:

"Jeg har lært for lidt til at kunne forklare noget om det sådan rigtig. Fordi jeg synes det var lidt forvirrende og lidt svært, men samtidig så fik vi også rigtig meget at vide, men jeg ved ikke rigtig om jeg faktisk forstår det" (Rie, Q1)

I min undersøgelse ser jeg ikke specifikt på om eleverne lærer mere af at få præsenteret naturvidenskaben på denne måde, men derimod om forestillingen, eller dele af den, fanger deres interesse og i lyset af deres udtalelser om selve emnet i forestillingen, er jeg sikker på, at de har været interesseret i forestillingen, det interessante er så, hvordan virkemidlerne har været med til at understøtte denne interesse.

Om selve teaterformen i forhold til et foredrag har eleverne følgende kommentarer:

"I en teaterforestilling, hvis nu der er noget man ikke forstår så er det lidt nemmere at komme ind i det igen. Og i en teaterforestilling der er der jo ligesom noget på et tidspunkt der er rigtig godt, men det var der jo ikke ligesom med det her, det var ligesom det samme" [griner] (Jane, Q1).

"Det var overhovedet ikke det samme som at gå i teatret og se noget fordi, de spiller ikke en rolle, de er der for at fortælle noget. Men der var et budskab ligesom i et teater[...]Det var også gode illustrationer og de havde armbevægelser og kropsbevægelser og sådan nogle ting" (Carmen, Q1).

"Jeg ved ikke om vi kan kalde det moderne teater og ikke klassisk. Det var i hvert fald ikke et foredrag, for de var meget mere forberedt og de vidste lige præcis hvad de skulle sige[...]Det var en superfed måde at forklare det på[...] den [var] rigtig rigtig spændende og klart mere end hvis man bare havde stået og forklaret det" (Mikkel, Q1).

De tre elever her er ikke enige om, hvorvidt det var teater eller ej. Jane mener ikke det er teater, for der er det nemmere at komme tilbage i handlingen, hvis man lige mister koncentrationen og typisk er der et klimaks. Hun har således ikke forstået det klimaks, der netop er omkring 54 minutter inde i forestillingen, hvor alting lader til at være lykkedes i fremstillingen af den magiske kugle. Carmen mener heller ikke det er ligesom et teaterstykke, om end der er et budskab i forestillingen som i et rigtigt teaterstykke og performerne gestikulerede og bevægede sig på en anden måde, end ved et regulært foredrag. Mikkel synes til gengæld ikke at det var et foredrag og begrundet det med, at performerne var meget bedre forberedt og vidste præcis hvad de skulle sige.

Kliniske studier

"Jeg vil da gerne høre mere om det og se hvad de finder ud af og sådan" (Carmen, Q1).

"Jeg kunne godt tænke mig at vide, sådan når de er færdige nede i Rotterdam, hvordan det er gået. Det vil jeg rigtig gerne vide" (Christoffer, Q1).

"[D]et lyder mega interessant det de fortæller om, og det med at så var der en der havde et forsøg stående og så var der en der sagde sådan at så kom hun til at tænke på det og sådan det lyder mega interessant. Jeg er ret sikker på at folk der ikke er for naturvidenskab det ville fange deres interesse mere, det har i hvert fald ikke virket den modsatte vej.[...]Ja, for nu er de jo lige begyndt at lave de der forsøg nede i Rotterdam og så vil man jo gerne vide

hvordan det foregår.[...] Også det som vi snakkede om derhjemme, at hvis vi ikke havde set det så ville vi ikke vide, at de var ved at lave sådan noget til at fjerne en kræftknode og så vil man jo gerne vide om det virker” (Mikkel, QI).

Det er tydeligt at klassen har snakket om de kliniske studier, der er i gang i Rotterdam og de er blevet så interesserede at de gerne vil vide, hvordan det er gået. Det har således fanget deres interesse, at de har hørt om en forskningsproces, der stadig er i gang og de vil gerne have det sidste svar. For dem er fortællingen ikke slut. Der er et plotpunkt mere som handler om forsøgene i Rotterdam.

Eleverne i 2.S synes emnet i forestillingen var rigtig spændende og velvalgt, da det var relevant og anvendelsesorienteret. De har også meget nysgerrige efter at høre om resultaterne af de kliniske studier. Det er ikke forskningsprocessen, der har fanget dem, men hvad den kan bruges til. Imidlertid føler de at de er blevet udfordret meget af de faglige termer og flere har mistet koncentrationen og forståelsen på grund af dette. Til gengæld ved vi fra koden 'Kunsten' at eleverne så har fokuseret på de kunstneriske virkemidler i stedet. De har følt, at det var en rar afveksling fra den almindelige tavleundervisning i fysik, men de føler ikke at de har lært mere af repræsentationsformen.

Sammenfatning af 'Fortællingen'

Både de naturfaglige elever fra 1.N, 2.N og 3.Bt og de humanistiske elever fra 2.S synes at emnet i forestillingen var rigtig spændende og velvalgt. I 2.N begrundes deres begejstring for emnet med at det var relevant og anvendelsesorienteret, mens flere af eleverne i de andre klasser synes emnet har været ekstra godt, fordi det er rettet mod deres individuelle interesse. Eleverne i 2.N giver udtryk for, at de er meget nysgerrige efter at høre om resultaterne af de kliniske studier. Det er ikke forskningsprocessen, der har fanget dem i modsætning til de naturvidenskabelige elever, men, hvad den kan bruges til. Ingen af eleverne fra de andre klasser har i interviewene givet udtryk for, at de gerne vil høre mere om forskningen, for dem er det processen omkring fremstillingen af medicinen der har fænet, og flere af eleverne kan identificere sig med forskerne da de gerne vil uddanne sig indenfor biomedicin, biokemi, molekylær biologi og lignende.

De faglige termer har alle eleverne en holdning til. Den humanistiske klasse 2.S føler, at de er blevet udfordret meget af de faglige termer og flere har mistet koncentrationen og forståelsen på grund af dette. Eleverne i 1.N og 2.N er også blevet udfordret af fagterminerne men deres baggrundsviden har hjulpet dem godt på vej, og det har ikke påvirket deres forståelse for fortællingen. For 3.Bt er den dominerende fortælling om forestillingen, at den var repeterende og formåede at skabe sammenhæng imellem alle de naturvidenskabelige indsigter de havde. For dem var det faglige niveau meget passende i forhold til deres baggrundsviden. Dette har de oplevet som meget positivt og forestillingen har givet eleverne en oplevelse af at have lært noget i gymnasiet og har aktualiseret deres individuelle interesse for naturvidenskab.

Der er delte meninger om repræsentationsformen, særligt blandt de klasser der ikke har set videnskabsteater før. Eleverne fra 1.N ville generelt hellere have hørt et foredrag, mange af eleverne i 2.S fremhæver også foredraget som en ligeså god repræsentationsform, med henvisning til, at de ikke lærte mere. Men de har til gengæld fået en mere visuel oplevelse, som har været med til at fænge dem. I 3Bt er de meget positive, de havde også været tilfredse med et foredrag, men er enige om, at videnskabsteatret har gjort fortællingen endnu bedre.

8.3.7 'Performerne'

I denne kode undersøges, hvad eleverne synes om performerernes bidrag til forestillingen. Denne kode rummer kommentarer om performerne i forhold til deres performance, troværdighed og tværfaglighed.

'Performerne' 2.N

To af eleverne fra 2.N kommenterer, at forskerne var gode til at forklare:

"Jeg synes de var gode til at uddybe og sådan forklare, hvordan de egentlig gjorde det og sådan noget, men måske kunne de have gjort det lidt mere livligt på en eller anden måde, fordi de sad bare sådan og så tænkte man aaaj" (Emma, 11).

Men de fleste kommenterer, ligesom Emma, at performerne bare sad og den lille afveksling det var, at de, engang imellem, gik rundt på scenen, fremhæves som noget meget positivt.

Særligt Britta kommenterer desuden, at hun savnede kontakten til performerne:

"For det meste da synes jeg de kiggede lidt mere væk. Det kan godt være at det var en del af forestillingen, men der var ikke den der kontakt til publikum og så kom øjnene til at vandre lidt i stedet for og så hørte man ikke rigtig efter hvad de sagde... men jeg synes da det var meget godt" (Britta, 48, G1).

Fra det individuelle interview med Britta, fremgår det, at hun ser sig selv som en erfaren teatergænger og hun bruger denne erfaring til at vurdere performerernes optræden. Hun mistede koncentrationen i løbet af forestillingen, fordi performerne ikke havde kontakt til hende, ikke fik hende draget med. Ser man på udtrykket i forestillingen er det indholdet i det performerne siger og ikke deres udstråling, der har skullet holde publikum fanget i løbet af forestillingen. I mit interview med Anne K. Bugge forklarede hun, at øjenkontakten til publikum er en af de ting, der har udfordret performerne meget. Når man står i spotlightet på scenen kan man ikke se publikum og at "lade som om" at man kan se publikum kræver at man kan spille skuespil og har overskud til og erfaring i at stå på en scene.

"jeg synes jo det var ret godt ... at det var forskere der ved hvad de snakker om, der kommer hen og siger, at ... altså vi ved det her og vi arbejder med det til dagligt, og altså men også det der med at et emne det kan altså belyses på mange måder, om det så er kemisk eller medicinsk eller fysisk eller hvad man lige går rundt... altså på den måde, at alle de der fag spiller sammen, og kreerer noget, som der virkelig kan bruges. Det synes jeg var virkelig spændende" (Britta, 11)

For Britta har det været meget positivt, at forskerne på scenen selv arbejder med emnet i forestillingen til daglig og at deres forskellige baggrunde viser, hvor frugtbart tværfagligt samarbejde er. Forskernes autenticitet er således et vigtigt aspekt i hendes interesse for forestillingen, men samtidig er deres manglende evne til at optræde et af hendes væsentligste kritikpunkter. Hun synes de skulle have leget lidt mere med rekvisitterne, vandet og sandet og i højere grad inddraget det i forestillingen.

Britta kan også godt selv lide at holde foredrag og hendes identifikation med performerne var på den måde dobbelt da hun gerne vil studere molekylær biologi, som Anne er en repræsentant for og dermed identificerer Britta sig med hende og samtidig kunne Britta godt tænke sig selv at deltage i en videnskabsteaterforestilling. Halvdelen af de elever, jeg talte med, giver udtryk for, at de godt kunne tænke sig selv at medvirke i en forestilling, for som Simon siger: *"Hvis man har brugt lang tid på at forske i det så vil man nok gerne ud med det man har fundet ud af"* (Simon, 49, GI). Han kan relatere til det behov eller den lyst forskere har til at formidle deres forskning til andre.

I 2.N er de generelt enige i at performerne var meget troværdige og bragte autenticiteten ind i forestillingen, hvilket var positivt. De er til gengæld mindre positive overfor performernes evne til at 'performe', men synes de forklarede de svære ting meget godt.

'Performerne' 1.N

At der var tre performere på scenen med hver deres baggrund, har været med til at vække mange af elevernes interesse:

"det var sådan meget god formidling til at man blev interesseret i, at de alle sammen var forskellige og hvordan ja, hvordan de arbejdede og hvor de kom fra" (Sofia).

"[...]jeg synes emnet det var kanon godt og at der var tre forskellige der fortalte og øh, det med at de selv forskede i det. At det, selvfølgelig er det nogen fra universitetet der forklarer om det, men det virker godt at de forklarer om noget som de selv er så meget inde i" (Mathias, II)

Til spørgsmålet om, hvorvidt hun kunne identificere sig med forskerne på scenen svarer Helen:

"...men der var jo ikke sådan en historie man kunne identificere sig med synes jeg. Og det var jo heller ikke sådan noget med at de viste sådan nogle følelser og situationer man kendte og man kunne leve sig ind i, så det synes jeg ikke så meget" (Helen).

Helen kan ikke identificere sig med performerne da de aldrig træder i karakter som personer i en fortælling, hvilket er et af de aspekter ved forestillingen jeg har gennemgået under det dramaturgiske greb i Kapitel 4. Helen synes dog, at det de fik at vide om forskerne var meget godt:

"[P]å et tidspunkt, da fortalte de der forskere, hvordan de fik ideer og det ville nok ikke være kommet med i et foredrag og det synes jeg var meget godt. Og også det med hvor de fortalte om, hvad det var for noget arbejde de selv var i gang med" (Helen).

Både Mathias, Sofia og Helen synes det kunne være spændende selv at arbejde med den forskning de fortalte om. Men Mathias synes det er svært at forestille sig selv en dag at være med til at opdage noget nyt, for som han siger: *"Her opdager vi jo kun ting som allerede er blevet opdaget i forvejen"*. Han har altså en oplevelse af at det de laver ligger meget langt ude i hans fremtid og det gør det svært for ham at identificere sig med dem.

1.N synes de informationer de fik at vide om forskerne i løbet af forestillingen har bidraget positivt til deres oplevelse. De fremhæver blandt andet forskernes forskellige faglige perspektiver og indslaget om hvordan de får ideer. For 1.N er det meget positivt at performerne selv er forskere, da det er

med til at opveje at fortællingen indgår i en videnskabsteaterforestilling og ikke et almindeligt foredrag.

'Performerne' 3. Bt

Tobias nævner denne gestikulation som noget, der var specielt godt ved forestillingen:

"Der var en ting, jeg lagde mærke til. Når de forklarede, så lavede de en hel masse fagter - så tegnede de, de forskellige ting de snakkede om i luften, og det synes jeg var ret godt. I starten virkede det meget indstuderet, men det gav rigtig gode billeder af tingene. Når de skulle vise fedtstoffer, så tegnede de i luften med hovedet og halerne og sådan, og det synes jeg faktisk var ret godt" (Tobias, II).

Simone synes desuden, at performerne var gode til at bruge scenen:

"Sådan sidde henne ved sandet og sidde og filosofere og gå oven på de der - cellevægge" (Simone, II).

Tanya giver udtryk for, at hun havde forventet, at det var de andre performere end fysikeren Ole, der, på grund af hendes interesse for kroppens funktioner og gerne vil læse medicin, havde fortalt det hun synes var mest spændende.

"Ja, fordi ham i den røde trøje, var han ikke fysiker? [Stinne nikker] Og der tror jeg jeg blev overrasket over, hvor stor en del han fortalte, jeg egentlig syntes var spændende[...]. På den måde fik jeg sådan et mere positivt indtryk af fysik." (Tanya, II)

Det har altså overrasket hende og givet hende et mere positivt indtryk af fysik. Netop det at opleve en uoverensstemmelse imellem ens stereotype opfattelse af en person eller et fagområde kan ifølge (Hannover & Kessels, 2004). Føre til en ændring af stereotype opfattelser og i særlig grad, hvis disse uoverensstemmelser bliver præsenteret af en troværdig person fra miljøet. Troværdighed er netop et af de ord eleverne bruger til at beskrive performerne med.

"Vi havde tre faggrupper, som havde hver deres udgangspunkt i det her. De havde hver deres spørgsmålstejn ved problemstillingen. Altså jeg havde ikke overvejet f.eks. at der sad fysikere og havde med det her at gøre, det synes jeg da var fedt at se, at der var forskellige vinkler" (Emilie, II)

Emilie er ligesom Tanya blevet positivt overrasket over fysikkens rolle i forhold til udvikling af medicin. Positive overraskelser er også en af de faktorer, der medvirker til at fange en interesse. En anden af de ting, der har overrasket eleverne fra 3. Bt positivt, er at performerne ikke var så forskeragtige, at de ikke kunne gøre sig forståelige:

"Jamen også bare den måde de fortalte det på. Jeg tror mange har den der opfattelse, at jamen det er sådan nogen der har studeret i mange år, der var jo også to der var færdige, så de er nok alt for kloge til at vi overhovedet kan følge med, men sådan var det jo slet ikke. Vi kunne jo også selv sidde og... jamen det har vi haft om før, så det var ligesom for alle sammen, det gjorde det rigtig godt" (Simone, II).

Der er særligt tre ting der nævnes omkring performerne blandt eleverne i 3.Bt: For det første synes de deres gestikulation var rigtig god, for det andet er de overraskede over at der var så meget af fysikken i forestillingen de synes var interessant, hvilket ikke stemmer med det billede de normalt har af fysik, og for det tredje er de positivt overraskede over at opleve at forskere er almindelige mennesker som kan fortælle noget de kan forstå.

'Performerne 2.S'

"De var lidt tørre, man skulle vide rigtig rigtig meget for at kunne sætte sig ind i det. Og så også den der meget monotone måde de snakkede på det gjorde så sådan meget pyyyh det var meget hårdt og meget sådan langvarigt.[...]De kunne eventuelt have været rigtige skuespillere, fordi rigtige skuespillere de kan et eller andet med deres mimik og kropssprog og er vant til at komme ud til folk, i forhold til forskere som er vant til at stå og forelæse for en masse mennesker der ved hvad det her det drejer sig om[...]det var som om de to unge der, de havde sådan lidt sceneskræk. Ham der Ole der, han gjorde det egentlig meget godt, han snakkede bare alt for monotont altså i forhold til at man kom til at døse hen lige pludselig" (Christoffer).

Christoffer synes forskernes performance har været for kedelig og deres stemmeføring har været for monoton og taler kraftigt for at budskabet vil trænge bedre igennem, hvis det var rigtige skuespillere i stedet. Han vil gerne give køb på troværdigheden og mener at man jo stadig kan sige at det er baseret på en sandfærdig historie, som forestillingen indledes med. Thea foreslår også at man bruger skuespillere til at gøre det hele mere levende, men hun vil kombinere forskere og skuespillere, så de hver i sær laver det de er bedst til:

"Man kunne godt forestille sig, at det var forskerne der sagde noget og, at der så var skuespillere, der ligesom viste det" (Thea).

Henrik og Lars synes, i forhold til Christoffer, at noget af det bedste ved forestillingen netop var, at det var forskerne selv, der fortalte om deres forskning og Lars tilføjer desuden, at det var godt, at de fortalte fra hver deres vinkel og, at de var i stand til både at beherske det på universitetsniveau såvel som på et niveau, der kunne fange deres klasse. Karin er også glad for at det var dem selv der fortalte og synes det er fedt med Jonas's kommentar om, at han har nogle forsøg over som han skal tilbage og kigge på efter forestillingen:

"[J]eg synes det var godt, at det var forskerne selv så vidste man bare at de havde fuldstændig styr på det de sagde det gjorde det mere interessant end hvis det havde været skuespillere" (Henrik).

"Altså jeg synes de var gode til sådan at spille på det og så det virkede mere sådan altså de var gode til at holde pauser, når det ikke var dem der talte og så bare sådan så man ikke lagde mærke til dem. Altså at det var en person af gangen og så havde de ligesom hver deres emne at tale om selvom det var indenfor samme kategori. Altså det virkede som om de havde en god baggrundsviden og sådan noget og det var ligesom det der var med til at gøre forestillingen spændende fordi de ligesom forstod at formidle emnet på sådan lidt højt og lavt niveau. Det var i hvert fald det, der var med til at gøre forestillingen spændende, at

de ligesom beherskede det på universitetsniveau og så alligevel kunne fange en 2. g Klasse” (Lars).

”Det at det var dem selv. At han snakkede om at: jeg har nogle forsøg som jeg skal ud og se på bagefter, altså ham der Jonas. Det synes jeg var meget godt at de selv kom ud og fortalte” (Karin, QI).

Udsagn: Forskerne var troværdige

Jane: ”I starten altså der var faktisk mange af os, der ikke forstod det der med, at de spillede deres egen rolle, men det var de da [troværdige] når de spillede deres egen rolle. Vi kom ind på bagefter at det var da godt nok nogle dårlige skuespillere [griner] men det var jo bare, at de spillede deres egen rolle og så var det jo faktisk rigtig troværdigt”.

Jane fortæller, at nogle af eleverne var i tvivl om hvorvidt de var skuespillere eller ej, og det har helt sikkert påvirket deres umiddelbare oplevelse med forestillingen, indtil det gik op for dem, at forskerne spillede deres egen rolle.

Eleverne har følt at forskerne hver især havde nogle meget lange monotone monologer og efterlyser dialoger i stedet:

”Jeg synes det var meget interessant emne også, at de snakkede om, men nogen gange var det nogle lidt for lange dialoger de enkeltvis havde[...]Måske have nogle flere samtaler indbyrdes med hinanden hvor de diskuterede tingene nærmest sammen eller sådan noget[...]Øhm jeg tror at ham der Jonas han snakkede mindst. Han havde mindst at sige, men jeg tror alligevel også, at det var ham jeg ligesom hængte mest fast ved af de ting han sådan sagde. Jeg kunne også meget godt li de andre, men specielt ham der Ole ham synes jeg havde meget lange dialoger[...]”(Carmen).

”Jeg synes ikke den var særlig spændende på den måde, især på den måde de snakkede på især mændene. Jeg synes faktisk pigen hun gjorde det meget godt” (Rie).

Mikkel er desuden irriteret over at de forsøger at opføre sig som skuespillere ved at gå rundt på scenen i stedet for at fokusere på at forklare tingene så alle forstod det:

”Det var mere sådan distraherende. De lægger mere fokus på at sidde forskellige steder i stedet for at forklare det. Det var meget tit at de snakkede i meget lang tid hvor man selv skulle sidde og forestille sig det” (Mikkel)

Der er meget delte meninger om performerne, nogle mener at Ole gjorde det bedst mens andre mener, at han var den kedeligste på grund af hans lange monologer og monotone stemmeføring. Andre igen hæftede sig mest ved det Jonas fortalte om, mens andre igen bedst kunne lide Annes måde at performe på. Eleverne i 2.S er den klasse, der husker performerens navne bedst, de har hæftet sig ved dem, sandsynligvis fordi de har gennemført Aktion 3, hvor deres navne blev nævnt. Klassen er heller ikke enig i, hvorvidt det var bedst, at forskerne selv stod på scenen og fortalte om deres forskning, med amatøragtig troværdighed eller om det havde været bedre at lade skuespillere føre budskabet ud til publikum og fange publikum på den måde de nu engang er uddannet til.

Sammenfatning af 'Performerne'

Alle klasserne er generelt enige om, at performerne var meget troværdige og bragte autenticitet ind i forestillingen, hvilket var positivt og de synes også generelt, at forskerne forklarede de svære ting rimelig godt. De er til gengæld mindre positive overfor performerens evner til at 'performe'. Det fremhæves af elever fra både 2.N, 1.N og 2.S at de savnede, at forskerne formidlede på en mere levende måde, så de kunne holde publikum fanget og synes at forskerne burde have spillet på alt fra personlighed, øjenkontakt, varieret stemmeføring, bevægelser rundt på scenen, gestikulation, og indholdet i deres monologer – som de i øvrigt foreslog skulle være dialoger i stedet.

3.Bt skiller sig ud fra de andre klasser i forhold til de ting de nævner omkring performerne. De nævner særligt tre ting: For det første synes de deres gestikulation var rigtig god, for det andet er de overraskede over at der var så meget af fysikken i forestillingen de synes var interessant, hvilket ikke stemmer med det billede de normalt har af fysik, og for det tredje er de positivt overraskede over at opleve, at forskere er almindelige mennesker, som kan fortælle noget de kan forstå.

Det at performerne bevægede sig rundt på scenen har fået en meget blandet modtagelse af eleverne. 3.Bt synes rigtig godt om den måde de bevægede sig rundt i scenografien og brugte vandet, stolene og sandet. 2.N synes det var dejligt afvekslende bare det, at de gik rundt i stedet for at sidde stille og tale, mens nogle af eleverne i 2.S synes, at performerne gik lidt umotiverede rundt på scenen og en var næsten irriteret over, at de brugte energi på at gå rundt i stedet for at koncentrere sig om at forklare tingene så alle kunne forstå dem, eller blot huske tidligere forklaringer.

8.2.8 'Videreførtalt'

I denne kode finder vi kommentarer der viser hvilken fortælling eleverne har fortalt til familie, kammerater og i klassen? Disse videreførelser siger noget om, hvad eleverne har taget med sig fra oplevelsen, som var værd at fortælle om, og hvordan eleverne sammen har forhandlet mening omkring indholdet og formen. Under denne kode hører også elevernes resumeer af forestillingen, hvad de kunne fortælle om forestillingen.

'Videreførtalt' 2.N

Syv ud af otte elever i 2.N fortæller, at de har fortalt om forestillingen hjemme:

"Altså jeg kommer fra en familie, som ikke er særlig - som ikke ved særlig meget om det her, så det er lidt svært at snakke med familien om, så det eneste jeg har fortalt er at det var spændende og så forklaret lidt om den her nye udvikling, der måske vil blive med behandlingen af kræft. Det er sådan set det eneste" (Emma, II).

"Ikke særlig meget, for hele min familie er ikke særlig akademiske, hvis man kan sige det sådan (Simon, II).

"Ja, jeg har snakket lidt med mine forældre om det, jeg synes det var ret spændende at snakke om det, fordi, ja måske har man fundet en ny kur til kræft, så det er ret spændende" (Johanne, II).

"Jamen jeg har fortalt, at det var utrolig spændende. Min mor arbejder også på kræftafdelingen, så jeg synes - jeg har altid syntes det har været meget spændende, netop det område, fordi der er så mange der bliver berørt af det" (Tina, II).

Som det fremgår af eksemplerne så er det meget afhængig af forældrenes forhold til naturvidenskab og deres relation til sygdommen kræft, hvor meget de har fortalt deres forældre om forestillingen. Men selv de elever, hvis forældre ikke er særlig interesserede, har haft lyst til at fortælle om det derhjemme. Det er især den mulige kur mod kræft, der fortælles om til forældrene og som eleverne taler om når de snakker om indholdet i forestillingen.

'Videreførtalt' 1.N

Alle eleverne jeg interviewede fra 1.N har fortalt om forestillingen til deres forældre og venner. De fortæller både om formen og om indholdet. De er meget fascinerede af, at forskningen er nået så langt, at der næsten har udviklet en kur mod kræft. De er alle gode til at give resumeer af forestillingen og genfortæller handlingen kronologisk og i høj detaljeringsgrad som for eksempel Mathias og Marie:

"Den handler om det der med, hvordan man kan bruge, de der magiske kugler, det der fedttag, de der triglycerider eller sådan noget [phosphorlipider, Stinne], hvor de kunne lave sådanne kugler hvor de kunne lukke gift inden i og så sende dem ind i kroppen i kredsløbet og så havde de en eller anden skal uden på så de lignede noget kroppen gerne ville ha'. Så kunne de sende det ud og så kom de automatisk ind i kræftknuden eller de der svulster eller hvad det er for noget. Hvor de så, der var noget med at blodbanerne derinde, de nævnte at det var det nemmeste sted at trænge ud i kroppen og så kunne de sætte sig fast der og så var der noget med nogle enzymer der blev udskilt fra kræftcellerne var det ikke? ["jo", Stinne] øh ja, de kunne åbne de der kugler og så kom giften ud og kunne trænge ind og... dræbe cellerne" (Mathias).

"Den handlede om at man skal få kræftmedicin, altså patienter der har kræft, og så skal kræftmedicinen kunne indkapsles i sådan en kugle og så skal den sendes ind i kroppen og så skal den der kugle gerne føres hen til der hvor der er kræft og så skulle den blive opløst faktisk så det der kræftmedicin det kun virkede der hvor der var kræft, så det ikke ødelagde andre ting i kroppen og det var sådan det det gik ud på at man så kunne via sådan nogle fedtpartikler kunne binde det der kræftmedicin sammen og så finde det hen der hvor der var kræft og så kunne åbne det. Og så det der med at man så kunne åbne den der kræftmedicin der hvor der var kræft det var ligesom det de forskede i nu" (Marie).

Det er karakteristisk for eleverne fra 1.N at de har svært ved at bruge termerne fra forestillingen i deres resumeer, enten bruger de dem forkert eller bruger deres eget ord for det de gerne vil sige. Eksempelvis kalder Anders cancermedicinen for *"en slags antistof"*, som er en term der stammer fra gennemgangen af immunsystemet i forestillingen. Ingen af de elever jeg talte med kunne huske ordet phosphorlipider eller liposomer, men bruger i stedet, korrekte, men mere overordnede betegnelser som fedttag (Mathias), fedtmolekyler (Helen) og fedtpartikler (Marie).

'Videreførtalt' 3.Bt

Tobias fortæller: *"Jamen det jeg lige har fortalt nu, har jeg fortalt derhjemme også"*. Han henviser til det resumé han gav mig af forestillingen:

"Den handlede jo om kureringen af kræft, om de her magiske kugler. At man kunne sende de her - altså det handlede om, at de her kugler bestod af fedtstoffer, og så kunne man indkapsle medicin i dem, og så kunne man sætte dem ind i kroppen, og så koncentrerede de sig omkring de her kræftknuder, hvor man så kunne få dem åbnet ved hjælp af - altså der var et eller andet i de her kræftknuder, som kunne åbne de her, og så skulle man have transporteret det her medicin ind i cellerne. Det var så det problem, man havde nu. Ja og så havde man så udviklet de der kugler, så man kunne skjule dem for immunforsvaret" (Tobias, II).

Tanya har haft rigtig meget lyst til at fortælle om forestillingen til både en sproglig veninde og sine forældre:

"Jeg har faktisk fortalt min veninde, der er sproglig, om at jeg havde været inde og se det, og at jeg syntes det var helt vildt spændende, men så ville jeg forklare, hvad der skete med de der magiske kugler, og så tror jeg at hun stod lidt af, når det var hun ikke har haft noget om det, og jeg har faktisk også fortalt min familie, at jeg syntes det var helt vildt spændende" (Tanya, II).

Hun har, ligesom Tobias og de fleste andre fra holdet, haft lyst til at gå i dybden med det faglige indhold i deres fortælling og havde også forstået så meget af forestillingen, at hun kunne videreformidle det.

Eleverne i 3.Bt har alle fortalt om deres oplevelse både hjemme og til deres venner. De har haft lyst til at bruge de ord der var i forestillingen og til at fortælle om forskningen i en høj detaljeringsgrad. Deres resumeer viser også at de har forstået forestillingen så godt at de uden problemer kan gengive handlingen. Der er ikke kun brudstykker de fortæller om, men derimod et handlingsforløb, som det var struktureret i fortællingen.

'Videreført' 2.S

Udsagn: Jeg fortalte min forældre om det da jeg kom hjem

Lena: Ja, det har jeg [griner] sådan, hvordan de havde lavet det.

Lena føler at udsagnet havde ramt plet og griner lidt, for dermed kommer hun også til at afsløre, at forestillingen var noget hun havde haft lyst til at fortælle om. Christoffer har også været hjemme og fortælle om det og svarer: *"Jeg tror ikke de lyttede. Jeg fortalte dem faktisk, hvordan det hang sammen med de kugler der og medicinen indeni, men det lød ikke som om at de var interesserede"* (Q1). Christoffer fortæller ellers, at: *"Det interesserer mig en lille smule fordi min morfar har kræft og derfor så lyttede jeg ret meget med"*. Henrik har også en kræftsyg i sin familie og har fortalt om forestillingen til sin mor:

"Jeg har snakket med min mor om det fordi jeg har en i familien der er kræftsyg. Jeg synes jeg havde godt nok styr på det hele, i store træk der kunne jeg godt huske det". (Henrik)

"Fortalt, ja det har jeg, faktisk rimelig meget. Især min storebror som har gået på gymnasiet også og så han var meget interesseret i hvad det var og hvorfor man skulle det. Det var

sådan hele ideen med det her videnskabsteater, altså den måde det blev præsenteret på og sådan og det med at vi skulle ud på sådan en tur bagefter [opgaveløbet], for det har han aldrig prøvet og det var da klart en måde man kan blive interesseret i det på [...] Med kammeraterne så var det mere ideen med de magiske kugler, at vi sad og snakkede om, hvad de kunne gøre og hvad man kunne bruge dem til og sådan. Jeg synes man fik meget lyst til at snakke om det. Det var noget der vækkede en interesse i hvert fald". (Mikkel)

Mikkel har altså fortalt om dagens strukturelle forløb til sin storebror, mens han med kammeraterne har haft lyst til at snakke om, hvad man kunne bruge de magiske kugler til i andre sammenhænge end til kræftmedicin.

Anne har også fortalt om oplevelsen hjemme, men hun har haft problemer med det, fordi hun ikke har haft godt nok styr på begreberne:

Anne: "Jeg har snakket en del med min søster om det".

Stinne: Var det svært at fortælle om?

Anne: Det var lidt svært fordi der var så mange begreber.

Eleverne i 2.S har også været hjemme og fortælle om dagens oplevelser, både forløbet med videnskabsteaterforestillingen på dvd efterfulgt af opgaveløbet. Der er en sammenhæng mellem personlig relevans og viderefortællingen, idet eleverne nøje vurderer, for hvem forestillingen har personlig relevans og dermed værd, at fortælle om den til, og for hvem formen kunne have interesse. Generelt var det min oplevelse med 2.S, at de havde forstået rimelig meget af forestillingen, men de var ikke i stand til at vise det, fordi de manglede for mange begreber til at få en sætning til at hænge sammen og næppe forstod begrebet så godt, at de bare kunne finde deres eget ord for det, som eleverne i 1.N gjorde. En gruppe af drengene er desuden blevet så tiltrukket af ideen omkring de magiske kugler og deres anvendelsesmuligheder, at de har haft behov for at tale sammen og fantasere om potentialet.

Sammenfatning af 'Videreført'

Forestillingen har givet alle eleverne en oplevelse, der var værd at fortælle om til deres forældre, søskende og venner. De fortæller både om formen og indholdet. Når de fortæller om indholdet er det primært hvor langt forskningen faktisk er nået i kampen for at finde en kur mod kræft. Hvad angår formen er det enten om den skuffelse de har oplevet fordi det ikke var teater, eller at det godt kunne være gjort mere præsentabelt. I 3.Bt fortæller de om, hvor fantastisk det har været og de har haft lyst til at bruge de ord der var i forestillingen og til at fortælle om forskningen i en høj detaljeringsgrad. Det eleverne fortæller om indholdet er meget afhængigt af hvad de formår at fortælle. Jo flere af termerne der var nye for dem, des sværere har det været at fortælle om.

8.2.9 Q-sort for 2.S

I dette afsnit vil jeg gennemgå resultaterne fra den faktoranalyse jeg har lavet af mine Q-sort data fra de 16 respondenter fra 2.S. Analysen resulterede i fire faktorer og eleverne udviste således fire svarmønstre, der vil blive beskrevet herunder. Først vil jeg dog beskrive de fem udsagn, der karakte-

riserede alle respondenterne. Det er vigtigt at huske på, at et udsagn som eleven i princippet er enig i godt kan have fået en dårlig placering i Q-gitteret, hvis der er andre udsagn eleven har følt var vigtigere at vise enighed overfor. Styrken ved Q-sort er, at eleverne tvinges til at tage stilling til, hvilke udsagn, der betyder *mest* for dem at markere enighed eller uenighed med, hvilket ikke er tilfældet i et spørgeskema, hvor hvert spørgsmål har sin egen skala af svar, uafhængigt af de andre spørgsmål.

Analysen viste, at der var fem udsagn, der ikke var karakteristiske for nogen bestemt faktor, disse kaldes konsensus udsagn, alle eleverne har således forholdt sig på forholdsvis samme måde til de følgende 5 udsagn, hvor tallet foran udsagnet markerer det nummer udsagnet havde i listen af udsagn og efter udsagnet er dets enighedsniveau angivet i klammer:

- 3. Jeg har talt med mine venner og familie om forestillingen [0]
- 4. Emnet i forestillingen var interessant [+3]
- 8. Forskerne var troværdige [+2]
- 14. Der blev fortalt meget om fysik i forestillingen [-2]
- 17. Scenen understøttede budskabet [+2]

Eleverne har givet udsagn 3 en neutral placering i 0. Vi ved fra de individuelle interviews, at de alle har været hjemme at fortælle om forestillingen, men de fleste kommenterer, at de kun har fortalt lidt og derfor får udsagnet en neutral enighedsstatus. At emnet i forestillingen er interessant er alle eleverne enige om, da dette udsagn har fået placeringen +3, meget enig, hos alle eleverne. Dette er igen i overensstemmelse med elevernes kommentarer mens de lagde Q-gitteret. Forskernes troværdighed er de også enige om er høj og dette udsagn har fået placeringen +2 i Q-gitteret. Eleverne synes ikke, at der blev talt meget om fysik i forestillingen. Dette udsagn er blevet placeret i -2 kolonnen. Endelig er eleverne enige om, at scenen understøttede budskabet. Dette udsagn har fået placeringen +2, hvilket igen er i overensstemmelse med de transskriberede kommentarer fra eleverne under lægningen af Q-gitteret.

Q-metodologien har således demonstreret sin styrke i det jeg med en hurtig og simpel faktor analyse har fået et overblik over 2.S klassens modtagelse af forestillingen, der er i overensstemmelse med deres kommentarer under interviewet og analysen har desuden hjulpet mig med at gruppere eleverne i forhold til deres modtagelse.

Jeg vil nu se på analysens gruppering af eleverne og hvad der karakteriserer de forskellige faktorer. Udsagnene der tages i betragtning er dem, hvor faktoren adskiller sig på et $p < 0,05$ signifikansniveau, og en asterisk (*) indikerer en signifikans på $p < 0,01$. Analysen viser også, hvilke elever, der er indikative for de forskellige faktorer, og disse har jeg angivet under listen af de udsagn, hver faktor udmærker sig ved.

Faktor 1 adskiller sig mest fra de andre tre faktorer med udsagn 5:

- 5. Jeg kunne godt tænke mig at vide mere om emnet i forestillingen [+3]

Indikative elever: Karen og Sanne

Det der kendetegner eleverne i Faktor 1 er, at de rigtig godt kunne tænke sig at vide mere om forestillingen. Vi skal se nærmere på Karen og Sanne for at finde ud af mere om eleverne fra denne fak-

tor. Karen synes at naturvidenskab er interessant nok, men hun synes det er lidt firkantet og hun har lidt svært ved. Hun var rigtig glad for biologi da de havde det i 1.g. Hun har faktisk overvejet om hun skulle tage en mere matematisk studieretning da hun egentlig gerne vil forske, men mener dog, at hun er bedst til de humanistiske fag. Jeg har kategoriseret hende som en "sproglig biologielever". Karen synes, at forestillingen var både interessant og relevant, men synes at det gik lidt hurtigt og at der blev brugt mange svære ord som kun blev forklaret en gang. Hun havde set frem til at finde ud af hvad videnskabsteater er og synes det var sjovere end at se et teaterstykke. Hun ærgrer sig lidt over, at der er nogle ting i forestillingen hun ikke lige fik med. Sanne vil gerne arbejde med mennesker og var også glad for biologi i 1.g. Ligesom Karen er hun også elevtypen "Sproglig biologielever". Hun synes forestillingen var spændende og ville gerne have taget noter. Undervejs i forestillingen tænkte hun at det kunne være rigtig fedt at være med til at udvikle medicin. Både Karen og Sanne synes at scenografien var rigtig god.

Det lader altså til at eleverne i Faktor 1 er de elever der i forvejen er ret interesserede i naturvidenskab og har haft en positiv oplevelse med forestillingen, både formen og indholdet og de ville gerne have taget noter og vide mere om emnet.

Faktor 2 adskiller sig mest fra de andre faktorer med deres enighed omkring udsagn 2, 12 og 15:

2. Jeg har set frem til at se forestillingen [3]*

12. De forklarede de svære ting så jeg forstod dem [-3]

15. Jeg kunne godt forestille mig at blive forsker ligesom dem i forestillingen [-3]

Indikative elever: Carmen og Jane

Faktor 2 består af elever, der har set frem til at se forestillingen, men de er ikke interesserede i naturvidenskab og har haft svært ved at forstå forestillingen. Carmen synes forskning er spændende nok, men det er ikke noget, der interesserer hende overhovedet. Hun er en "Afklaret ikke-naturfagselev". Hun savnede dramatik og dialoger i forestillingen og synes generelt, at forestillingen kunne være lavet meget mere interessant. Hun synes også, at forestillingen var meget indviklet. Jane er ikke specielt interesseret i naturvidenskab og har mest set frem til forestillingen for afvekslingens skyld. Hun er også en "Afklaret ikke-naturfagselev". Hun har ikke forstået ret meget, men synes egentlig det var interessant omend ikke ret spændende. Hendes bedste oplevelse med forestillingen var scenografien.

Eleverne i Faktor 2 har glædet sig til at se forestillingen fordi de er nysgerrige omkring, hvad det var, men også for at slippe for fysik. De synes den kunne være meget mere spændende lavet og at de svære ord ikke blev forklaret tilstrækkeligt til, at de kunne følge med.

Faktor 3 adskiller sig mest fra de andre faktorer med deres enighed omkring udsagn 20, 6 og 9:

20. Jeg ville gerne have taget noter undervejs [3]*

6. Emnet i forestillingen var relevant [-1]*

9. Forestillingen viser at naturvidenskab er relevant for mig [-3]*

Indikative elever: Thea og Lars

Faktor 3 er karakteriseret ved at eleverne gerne ville have taget noter og at de ikke synes forestillingen viser at naturvidenskab er relevant for dem personligt. Thea kan godt lide de naturvidenskabelige fag, mest biologi, men synes, at hendes stærke sider er indenfor de humanistiske fag. Hun kunne karakteriseres som "Sproglig biologielever". Hun kunne godt finde på at se en videnskabsteater forestilling i sin fritid og ville gerne have taget noter, både for sin egen skyld, men også, hvis hun skulle bruge dem i biologi som hun gerne vil vælge på B-niveau i 3.g. Lars synes ligesom Thea at de naturvidenskabelige fag er spændende nok, men han synes han mangler gnisten til at kunne uddanne sig indenfor det. Jeg har givet ham betegnelsen "uafklaret sproglig naturfagselev". Han er blevet fanget meget af selve emnet og kunne godt tænke sig at finde ud af mere om emnet, og da ville det være hensigtsmæssigt at have taget noter. Thea og Lars giver udtryk for, at de i forvejen vidste, at naturvidenskab var relevant, men ikke direkte for dem, da de ikke vil uddanne sig indenfor naturvidenskab.

I Faktor 3 kan de godt lide de naturvidenskabelige fag, men skal ikke arbejde videre med dem, hvorfor de ikke er direkte relevante for dem. De blev fænget af emnet og ville gerne vide mere.

Faktor 4 adskiller sig mest fra de andre faktorer med deres enighed omkring udsagn 19, 2 og 20:

19. Det var ligesom et foredrag der blev holdt af tre personer [2]

2. Jeg har set frem til at se forestillingen [0]*

20. Jeg ville gerne have taget noter undervejs [-3]

Indikative elever: Rie og Mille

Eleverne i Faktor 4 har ikke set udpræget meget frem til at se forestillingen og de synes mest, at det bare var et foredrag, der blev holdt af tre personer. De udviser ingen interesse for at have taget noter undervejs. Rie's yndlingsfag er biologi og hun vil vælge det på B-niveau næste år. Hun kan ikke ret godt li fysik og havde primært glædet sig til at se forestillingen for at slippe for almindelig fysikundervisning. Hun er en "Sproglig biologielever". Hun var ret forvirret og er ikke i stand til at genfortælle ret meget. Hun synes ikke forestillingen var ret spændende. Mille vil gerne arbejde med unge mennesker enten som psykolog eller skolelærer. Hun synes også biologi i 1.g var så spændende at hun vil vælge det på B-niveau næste år og er heller ikke ret vild med fysik. Hun er ligesom Rie en "Sproglig biologielever". Hun synes forestillingen var formidlet på en meget kedelig måde og var irriteret på musikken. Men hun synes, at scenografien var rigtig god.

I Faktor 4 synes eleverne mest af alt, at de modtog et foredrag og formen har ikke fænget dem og de synes ikke forestillingen var spændende, selvom emnet var interessant.

Alt i alt viser analysen af respondenternes Q-gitre, at klassen 2.S kan inddeles i fire grupper i forhold til deres modtagelse af forestillingen. Inddelingen viser, at det der betyder mest for elevernes modtagelse af forestillingen er deres interesse for naturvidenskab generelt, og deres evner til at forstå forestillingen. To aspekter, der er gensidigt afhængige.

8.3 Sammenfatning og diskussion af den narrative receptionsanalyse

I dette afsnit vil jeg sammenfatte og diskutere resultaterne fra databehandlingen. De tre facetter fra den narrative receptionsanalyse giver den overordnede struktur for afsnittet.

8.3.1 Modtagelsen

I praksis har jeg arbejdet med fire gymnasieklasser der alle har set videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*: En 1.g og 2.g klasse med en naturvidenskabelig studieretning (1.N og 2.N), en 2.g klasse med en samfundsvidenskabelig studieretning (2.S) samt et hold 3.g'ere med bioteknologi på højniveau (3.Bt). 1.N så forestillingen om aftenen på eget initiativ sammen med deres fysiklærer og de betalte selv for billetterne, mens 2.N og 3.Bt så forestillingen en formiddag i gymnasietiden, med de gratisbilletter jeg havde fået stillet til rådighed af Center for Kunst og Videnskab. Disse tre klasser så dermed forestillingen i teatersalen, i en teateratmosfære med performerne, der optrådte live på scenen foran dem, og hvor scenografien indtog det rum de sad i, og som fyldtes af musik i takt med at forestillingen blev opført. 2.S, derimod, så forestillingen en formiddag på deres eget gymnasium, i et mørkelagt fysiklokale, hvor en professionel dvd-optagelse af forestillingen blev projiceret op på et stort lærred, og hvor lyden blev udsendt gennem to højtalere der hang over tavlen i lokalet. Klassen spiste kage og holdt pause undervejs i afspilningen. 2.N og 2.S vidste i forvejen, at de skulle arbejde videre med forestillingen i to meget forskellige forløb – det ene som en del af et tværfagligt AT-forløb på to uger og det andet som et Opgaveløb samme eftermiddag.

Den største forskel på klasserne i forhold til modtagelsesfacetten er, hvorvidt de så forestillingen live eller på dvd. Elevernes frihed til at fokusere på forskellige visuelle aspekter er indskrænket når de ser forestillingen på dvd, da de personer, der står for optagelsen (en OB-vogn¹) og den efterfølgende redigering har valgt, *hvad* eleverne skulle zoome ind på, *hvornår*. Når der fortælles om blodårer er der zoomet ind på træets røde grene og når Ole sidder med tæerne i vand er der zoomet ind på dem så de fylder hele billedet. Under dokumentarklippene og visualiseringerne med kuglen, der flyver igennem blodbanen, får skærmen på scenen lov til at fylde hele billedet. Der er således forskellige perspektiver i løbet af dvd'en, og det at nogle enkelte elementer fra forestillingen bliver blæst op på en storskærm har sandsynligvis givet eleverne en anden visuel oplevelse, og måske endda en mere ensartet oplevelse end de elever, der så forestillingen live. Denne zoomen ind og ud og de skift der er mellem forskellige kameravinkler, er i høj grad med til at gøre dvd'en mere professionel, der er således langt fra en amatør-optagelse af en skolekomedie til optagelsen af *Den Magiske Kugle*. I forhold til musikken, er der på dvd'en nogle få steder, hvor musikken ikke er dæmpet nok til, at performerne trænger klart igennem. Dette problem stammer fra selve optagelsen, hvor mikrofonerne var placeret rundt omkring på scenen. Der er desuden flere høje toner i musikken, end jeg erindrede det fra forestillingen. Dette aspekt kommenterer eleverne fra 2.S også, som det fremgår af kommentarerne under 'Kunsten'. De har også kommenteret hvordan de har oplevet dvd'en i forhold til, hvordan de tror, det ville have været at se forestillingen live:

"Den var lidt langtrukken, men selve indholdet det var rigtig rigtig spændende. Men især for os, der sad i et mørkt lokale der kunne det godt blive sådan lidt, jeg tro også det havde været noget andet hvis man havde været der".(Mikkel)

"Jeg tror der er mange der ikke koncentrerer sig så meget når det er på dvd, så tænker man at så kan man altid skaffe det og se det senere i stedet for hvis det havde været i et teater".(Henrik)

¹ OB-vogn står for *Outside Broadcasting*. Det er en tv-term, som betegner en teknisk produktionsform for direkte tv-transmission med flere kameraer uden for tv-studiets rammer.

Mikkel og Henrik er altså enige om, at det har påvirket deres koncentration, at de så forestillingen på dvd, om end af lidt forskellige årsager. Hvis man ser på de kommentarer fra klassen, der ikke retter sig mod de kognitive aspekter, er det tydeligt, at eleverne har flere kommentarer til det visuelle og til dokumentarklippene der fik lov til at indtage hele billedet på dvd'en, end de andre klasser har. Det er uafklaret, hvorvidt dette skyldes klassen i sig selv og deres faglige præferencer, eller om de har været påvirket af zoomeffekten på dvd'en. Jeg hælder mest til den sidste forklaring, da det faktisk er rare at få mulighed for at nærstudere scenografien og performerne på dvd'en

8.3.2 Behov

Forventningshorisont

Genren er videnskabsteater; men hvad forventer publikum sig af denne nye genre? Når man ser en nyhedsudsendelse, forventer seeren eksempelvis en række indslag, der forholder sig ærligt og nøgternt til den hændelse i virkeligheden, som den skildrer (Hansen, 2006). Når man ser en teaterforestilling, forventer man at modtage en fortælling gennem den dialog og den fysiske interaktion, der er mellem skuespillerne på scenen; og man forventer at blive påvirket af stemningen og af de følelser, der vælter ud over scenekanten. Når kontrakten bliver brudt, når seeren ikke får det den forventer fordi filmen bryder med konventionerne, vil det af nogle opfattes som nyt og forfriskende, mens andre opfatter det som forstyrrende for forståelsen af budskabet. Der kan altså opstå et behov hos modtagerne for at lære, og forstå, denne nye genre de ikke har noget script for.

Forventningshorisonten har haft stor indflydelse på elevernes modtagelse af forestillingen. Den spænder fra positiv overraskelse, som det ses hos 3.Bt til skuffelse, fordi det ikke var som de forventede det, hvad enten de forventede en teaterforestilling som 1.N eller en sjovere formidlingsform som 2.S. Det er næppe overraskende, at introduktionen af et nyt formidlingskoncept kræver justering af modtagernes forventningshorisont, eller måske endda en udvidelse af denne. Det er meget gennemgående, at eleverne har brugt energi på at justere deres forventningshorisont i løbet af forestillingen og uopfordret kommenterer, at de havde forventet noget andet, medmindre de, som 2.N, tidligere har haft en rimelig god oplevelse med videnskabsteater.

Erfaringshorisont

Når man modtager et kommunikationsprodukt, bruger man sine erfaringer til at manøvrere rundt i fortællingen. Jo mere erfaren man er til at modtage en fortællingstype, des nemmere har man ved at skabe sin situationsmodel. Der er risiko for, at man som modtager bliver for erfaren og derved mister interessen for historien, da den er blevet for forudsigelig og dermed, uden kognitive udfordringer og affektive påvirkninger. Man kan også opleve at være for uerfaren i at skabe situationsmodeller i forhold til den fortælling man modtager, hvorfor man bliver udfordret for meget og derfor mister overblikket over justeringerne af ens situationsmodel.

I forbindelse med *Den Magiske Kugle* er den vigtigste erfaring, eleverne trækker på, deres kendskab til terminologien i forestillingen. Det er karakteristisk for alle eleverne, at de er meget glade for den baggrundsviden de har i forhold til det faglige i forestillingen, hvad enten deres erfaringer er små, som det gælder for 2.S eller store, som det er tilfældet med 3.Bt. Eleverne bruger deres erfaringer fra deres gymnasiale fag, og har tilsyneladende ingen problemer med at overføre deres faglige viden fra en gymnasiesetting til teatermodtagelsessituationen. Eleverne har oplevet, at de kunne bruge deres faglige viden, da de alle har fundet ting i forestillingen, nogle mange, andre lidt, som de havde

lært noget om i undervisningen. I den forbindelse har de oplevet et behov for at indse, at der var ting i forestillingen de havde erfaring med og som var en del af deres omverdensforståelse. Det vil fremgå under fortællingen, at der også er opstået et behov for at integrere de nye ting i deres eksisterende viden i løbet af forestillingen.

Kunsten

2.N har overordnet set haft en positiv oplevelse med de kunstneriske elementer i forestillingen. Mest karakteristisk er det, at de efterlyser flere visualiseringer, så de ikke skal danne billederne inde i hovedet. Eleverne fra 3.Bt er meget positive omkring de kunstneriske udtryk i forestillingen. De er alle meget interesserede i naturvidenskab og emnet i forestillingen, og havde sandsynligvis også været tilfredse med et foredrag; men der er ingen tvivl om, at de kunstneriske elementer har gjort oplevelsen mere intens for dem.

Generelt er det karakteristisk for 2.S, at de også har været meget positive omkring scenekunsten, og de føler den har hjulpet dem til at forstå forestillingen og givet dem noget at se på, når de ikke helt forstod fortællingen. Den har med andre ord bidraget til at fange deres interesse for forestillingen.

Det lader til, at de kunstneriske elementer har irriteret mange i 1.N og at denne irritation bunder i, at de er i gang med deres identitetsdannelse som meget naturfaglige personer. Eleverne føler ikke, at de behøver at modtage fortællingen som en forestilling med kunstneriske virkemidler, for at modtage og forstå indholdet. De er hævet over dette og vil hellere modtage en rå version som for eksempel et naturvidenskabeligt foredrag fra en naturvidenskabelig person, der matcher det image de gerne vil identificere sig med (Jenkins, 2004).

De fleste i 2.S synes musikken var lidt underlig, og nogle har besluttet været irriterede på den, mens andre egentlig godt kunne se at den passede fint til forestillingen. Eleverne i 2.N udtrykker sig enten negativt eller neutralt i forbindelse med musikken, mens 3.Bt lader til at være den eneste klasse, hvor flertallet har været meget fascineret af musikken.

I lyset af elevernes kommentarer til musikken vil jeg konkludere, at musikken er ét af de aspekter ved forestillingen, der har udfordret eleverne mest og har påmindet dem mest om, at det ikke var et foredrag, men en forestilling de modtog. Musikken skal man overgive sig til. Den er moderne, og den er skræddersyet til forestillingen. Den rummer ikke nye informationer; men efterlader plads til fordøjelse og efterlader eleverne i et refleksivt rum, der giver dem overskud til at tage stilling, fordi de ikke bombarderes med nye indsigter, som kræver deres fulde koncentration. I hovedparten af forestillingen bliver modtagerne overvejende påvirket kognitivt og dermed virker det meget forstyrrende at blive udsat for input fra musikken, der skal påvirke en affektivt, og som kræver en omstilling. At give sig hen, og overgive sig, er ikke normalt forbundet med naturvidenskabelige foredrag. Tværtimod skal man normalt være koncentreret og bevare fokus, for mister man koncentrationen, er det svært at følge med. For eleverne i 3.Bt har musikken understøttet deres behov for at se forestillingen, hvorimod den har haft den modsatte effekt for de elever fra de andre klasser, der har været irriterede på musikken.

8.3.3 Behov/Tolkning

Fortællingen

Både de naturfaglige elever fra 1.N, 2.N og 3.Bt og de humanistiske elever fra 2.S synes, at emnet i forestillingen var rigtig spændende og velvalgt. De har alle oplevet det, der indenfor interesseforskningen kaldes for '*topic interest*', et fænomen der udspringer fra empiriske studier i interessens betydning for læring gennem tekster (Krapp, 2002). I de fleste empiriske studier af '*topic interest*' undersøges læserens interesse for titlen eller emnet for en tekst de skal læse, hvilket ville svare til, at eleverne i min undersøgelse bliver bedt om at tage stilling til, hvor interessant de synes det er at høre om at forskningen er nået rigtig langt med en mulig kur mod kræft. Det er næppe overraskende, at dette emne, der relaterer sig til sygdom og død blandt almindelige mennesker og som tilsyneladende kan forhindres med en nærmest 'magisk' kur, rummer interesseskabende potentiale, hvilket jeg vil behandle nærmere, når jeg udfolder forestillingens *interestingness* i kapitel 9.

I 2.N begrundet eleverne deres begejstring for emnet med, at det var relevant og anvendelsesorienteret, mens flere af eleverne i de andre klasser synes emnet har været ekstra godt, fordi det er rettet mod deres individuelle interesse. Eleverne i 2.S giver udtryk for, at de er meget nysgerrige efter at høre hvad resultaterne af de kliniske studier bliver. Det er ikke forskningsprocessen, der har fanget dem, i modsætning til de naturvidenskabelige elever; men i stedet hvad forskningsprocessens resultater kan bruges til. Ingen af eleverne fra de andre klasser har i deres individuelle interviews givet udtryk for, at de gerne vil høre mere om forskningen. For dem er det processen omkring fremstillingen af medicinen, der har fænget, og flere af eleverne kan identificere sig med forskerne, da de gerne vil uddanne sig indenfor biomedicin, biokemi, molekylær biologi og lignende. Der er en positiv korrelation mellem elevernes individuelle interesser og fremtidige uddannelsesvalg, og hvor meget de er blevet revet med af forestillingen. Eksempelvis vil flere af eleverne i 3.Bt gerne "lege med" – de vil gerne være en del af fortællingen. Det vidner om, at de er blevet transporteret ind i det forskningsunivers, der udfoldes i fortællingen, og har oplevet den narrative transportation som Green og Brock (2000) forsker i. Det samme er tilfældet for nogle af pigerne i 2.N, der også følte sig henrevne af forestillingen. Denne sammenhæng mellem individuel interesse og narrativ transportation skyldes, at forestillingen i virkeligheden handler om en forskningsproces, det arbejde, den viden og den kreativitet man skal besidde for at være en del af forskningsverdenen, som eleverne med den individuelle interesse i eksempelvis biomedicin gerne vil være en del af. Derimod er de andre elever, der alle har en global interesse for, at der bliver udviklet en kur mod en så forfærdelig sygdom som kræft ikke blev henrevet, for deres interesse er ikke blevet stimuleret af selve fortællingen, men derimod af forskningsproduktets potentiale, som ikke specifikt adresseres i forestillingen.

De faglige termer har alle eleverne en holdning til. Den humanistiske klasse 2.S føler, at de er blevet udfordret meget af de faglige termer, og flere har mistet koncentrationen og forståelsen på grund af dette. Eleverne i 1.N og 2.N er også blevet udfordret af fagterminerne, men deres baggrundsviden har hjulpet dem godt på vej, og det har ikke påvirket deres forståelse for fortællingen. For 3.Bt er den dominerende fortælling om forestillingen, at den var repeterende og formåede at skabe sammenhæng imellem alle de naturvidenskabelige indsigter de havde. For dem var det faglige niveau meget passende i forhold til deres baggrundsviden. Dette har de oplevet som meget positivt, og forestillingen har givet eleverne en oplevelse af at have lært noget i gymnasiet og har aktualiseret deres individuelle interesse for naturvidenskab. Uanset hvor meget eleverne er blevet udfordret af termerne i forestillingen, har det påvirket deres selvopfattelse at opleve, at der var termer i en videnskabelig

forestilling som de bemestrede. Særligt elever fra 1.N og 2.N er blevet styrket i deres identitet som naturvidenskabelige elever, da de mener at man ikke kan forstå forestillingen, hvis man ikke har den faglige viden, som de besidder fra deres undervisning i de naturvidenskabelige fag og deres dyrkelse af individuelle interesser. Den oplevelse af at forstå noget andre ikke ville forstå styrker elevernes selvopfattelse, og eftersom vi mennesker orienterer vores interesser mod ting vi bemestrer, og som dermed skaber positive følelser og øget viden (Krapp, et al. 1992) kan oplevelsen med videnskabsteaterforestillingen være med til at styrke elevernes identitetsdannelse som personer med en individuel interesse for naturvidenskab.

I forlængelse af elevernes udsagn omkring de mange nye termer i forestillingen kunne man overveje at tilføje en ekstra dimension i situationsmodellen, når nu fortællingen er af videnskabelig karakter som det er tilfældet med *Den Magiske Kugle*. Det kunne være en *terminologidimension*, der knytter sig til erfaringshorisonten. Et eksempel er at eleverne i løbet af forestillingen modtager en ny term. Med ordet modtager indikerer jeg, at eleverne får den forklaret så de oplever, at den sammenhæng, hvori den indgår, giver mening for dem. Når de så på et senere tidspunkt i forestillingen møder termen igen, men ikke længere kan finde meningen, fordi de reelt ikke har forstået termen, da den blev forklaret første gang, viser det sig, at de faktisk ikke har fået justeret deres *terminologidimension*. Denne manglende horisontjustering betyder, at den følgende del af fortællingen, hvori termen spiller en afgørende rolle for forståelsen, er tabt.

Der er delte meninger om repræsentationsformen – særligt blandt de klasser der ikke har set videnskabsteater før. Eleverne fra 1.N ville generelt hellere have hørt et foredrag, mange af eleverne i 2.S fremhæver også foredraget som en ligeså god repræsentationsform, med henvisning til, at de ikke lærte mere. Men de har til gengæld fået en mere visuel oplevelse, som har været med til at holde deres koncentration fanget i længere tid end almindelig tavleundervisning. I 3Bt er de meget positive, de havde også været tilfredse med et foredrag, men er enige om, at videnskabsteatret bare har gjort fortællingen *endnu* bedre.

Eleverne i 1.N har internaliseret naturvidenskaben og gjort den til deres egen. Denne internalisering har resulteret i en transformation af deres personlige holdninger og værdier i forhold til naturvidenskab, og dette er udgangspunktet for deres vurdering af forestillingen. Dette bevirker, at eleverne i 1.N kæmpede med deres script om naturvidenskabsformidling. Det de har modtaget opfører sig hverken 'teateragtigt' eller 'foredragsagtigt', og de går derfor i gang med at forhandle eller genforhandle mening for at skabe balance i det hele igen (Dupont, 2007). Det lykkedes eleverne at genskabe balancen ved at argumentere for, at den version af et foredrag, som videnskabsteatret er, passer til de 'ikke-naturfaglige'. Med andre ord har de tænkt: "Vi er ikke målgruppen og derfor opførte forskerne sig ikke 'forskeragtigt', som vi havde foretrukket, hvis forestillingen havde været til os".

Det er i forbindelse med elevernes narrative reception meget relevant at overveje om man som modtager kan adskille indholdet i forestillingen fra forestillingens fortælling og performernes optræden. Det er min overbevisning, at eleverne ikke kan skelne selve fortællingen fra det faglige indhold. De to ting hænger uløseligt sammen, og det er fortællingen, der skaber spændingsmomentet. Det faglige indhold ville ikke på samme måde være spændende, hvis det blev fortalt uden 'plotpunkter' og den 'narrative striptease'. Tilbage har vi så overvejelsen om, hvorvidt fortællingen kan adskilles fra performerne og det tror jeg godt til dels, at den kan. Eleverne er professionelle modtagere af information. De er trænet til at modtage informationer fra mange forskellige formidlere og jeg

mener, at de er i stand til at skelne 'interessant' indhold fra 'kedelig' optræden. Men der er andre ting der spiller ind, som hæfter fortællingen sammen med performerne nemlig autenticiteten og troværdigheden. Det kan godt være, at replikkerne i forestillingen bliver serveret på en meget rolig måde, uden energi og følelsesmæssige udbrud. Til gengæld er performerne troværdige – de ved hvad de taler om. Desuden bliver forskningen ført helt frem til nutiden, hvor de om få måneder skal i gang med de kliniske undersøgelser på rigtige mennesker, hvilket gør forestillingen ekstremt autentisk, relevant og med en stærk menneskelig dimension. Dorthen beskriver denne autenticitet med ordene: "*det var sådan lidt mere – som det virkelig var*" og sammenligner med biologi og kemi, hvor de lærer tingene mere "*bogstaveligt*".

Der er kun få publicerede undersøgelser eller evalueringsrapporter, der behandler gymnasieelevers oplevelse med videnskabsteater. Jeg har fundet en artikel fra the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (Black & Goldowsky, 1999), der opsummerer en undersøgelse af gymnasieelevers reaktioner på videnskabsteaterforestillingen, Mapping the Soul, der blev opført af Museum of Science i Boston. Resultaterne fra undersøgelsen viste, at forestillingen formåede at præsentere et meget kompleks emne for eleverne, og gjorde dem i stand til at forbinde komplekse videnskabelige og moralske dilemmaer af personlig og samfundsmæssig betydning. Den pågældende forestilling formåede at give en videnskabelig problemstilling en menneskelig dimension.

Den Magiske Kugle udnytter netop det, at en menneskelig dimension kan gøre en fortælling mere meningsfuld og relevant, til at holde publikum fanget af fortællingen om forskningen bag udviklingen af de magiske kugler. Det er min overbevisning, at selvom ens interesse kun er blevet fanget af en del af en oplevelse, vil denne interesse have en afsmittende effekt på ens opmærksomhed mod oplevelsen som helhed. Dette argumenterer for, hvor ekstremt vigtigt det har været for elevernes narrative reception, at de helt overordnet er blevet fanget af selve emnet i forestillingen.

Betyder det, at eleverne er blevet forført af emnet og derefter har fået "lokket" resten af forestillingen ind gennem denne kanal? Dewey (1913) advarer imod "*fictitious inducements to attention*" (s.7). Han har den opfattelse, at hvis ting bliver *gjort* interessante for folk, er disse ting, ikke mere interessante end tidligere. Undersøgelser af elevers genkaldelse af tekster med og uden forførende detaljer, viser da også, at eleverne husker de forførende detaljer bedre end selve informationen (Garner *et. al.*, 1992). I forhold til *Den Magiske Kugle* vil jeg argumentere for at selve emnet langtfra er den eneste forførende detalje i forestillingen. I Kapitel 4 viste jeg, med mine analytiske koder 'krydder' og 'kultur', hvordan forestillingen er fyldt med små tankevækkende informationer og forførende metaforer og ikke mindst Jonas's forførende kommentar om at han har forsøg igang som han skal tilbage og se til efter forestillingen. Denne kommentar fremhæves af mange af eleverne under deres interviews og jeg er sikker på at langt de fleste elever vil kunne huske den, hvis de bliver stimuleret til det. Denne forførende bemærkning hænger direkte sammen med et af de overordnede budskaber i forestillingen, nemlig det at en forskningsproces, i sig selv, kan være forførende. Med andre ord, så er de forførende detaljer i *Den Magiske Kugle* en integreret del af selve fortællingen.

8.3.4 Tolkning

Performerne

Alle klasserne er generelt enige om, at performerne var meget troværdige og bragte autenticitet ind i forestillingen, hvilket var positivt og de synes også generelt at forskerne forklarede de svære ting

rimelig godt. De er til gengæld mindre positive overfor performernes evner til at 'performe'. Det fremhæves af elever fra både 2.N, 1.N og 2.S, som savnede, at forskerne formidlede på en mere levende måde, så de kunne holde publikum fanget, og eleverne synes at forskerne burde have spillet på alt fra personlighed, øjenkontakt, varieret stemmeføring, bevægelser rundt på scenen, gestikulation, og indholdet i deres monologer – som de i øvrigt foreslog skulle være dialoger i stedet.

Dette er en problematisering af den dobbelthed, der findes i den kategori af videnskabsteaterforestillinger, som *Den Magiske Kugle* tilhører, hvor performernes tilhørsforhold til indholdet og deres troværdighed er meget vigtig for modtagelsen og hvor det samtidig er deres manglende skuespiller-evner, der medvirker til, at eleverne mister koncentrationen.

1.N synes de informationer vi får at vide om forskerne, i løbet af forestillingen, har bidraget positivt til deres oplevelse. De fremhæver blandt andet forskernes forskellige faglige perspektiver og indslaget om hvordan de får ideer. For 1.N er det meget positivt at performerne selv er forskere, da dette er med til at opveje, at fortællingen indgår i en videnskabsteaterforestilling og ikke et almindeligt foredrag.

3.Bt skiller sig ud fra de andre klasser i forhold til de ting de nævner omkring performerne. De nævner særligt tre ting: For det første synes de, at deres gestikulation var rigtig god. For det andet er de overraskede over, at der var så meget af fysikken i forestillingen de synes var interessant, hvilket ikke stemmer med det billede, de normalt har af fysik. For det tredje er de positivt overraskede over at opleve, at forskere er almindelige mennesker som kan fortælle noget de kan forstå, hvilket har styrket deres selvopfattelse som personer, der tilhører den naturvidenskabelige verden. De har samtidig fået brudt med deres stereotype opfattelse af forskere og specifikt fysikere, da det stereotype billede de havde i deres bevidsthed ikke stemte overens med det billede de modtog gennem forestillingen (Hannover & Kessels, 2004). Det har således ikke generet eleverne fra 3.Bt, at performerne ikke kunne 'performe'; de har snarere sat meget pris på at de har spillet sig selv på godt og ondt. Det er den klasse, der i højeste grad kan identificere sig med forskerne grundet deres ønske om fremtidig uddannelse.

Den oplevelse 3.Bt har haft med fysikken i forestillingen er langt fra kendetegnene for eleverne i de andre klasser. Jeg har spurgt alle eleverne om fysikken i forestillingen og ingen af dem har registreret, at der var fysik i den, og ej heller, at Ole var fysiker. De har dermed ikke forbundet forestillingen med fysikfaget, og den har således ikke påvirket deres oplevelse med fysik, som det er tilfældet for eleverne fra 3.Bt.

Det at performerne bevægede sig rundt på scenen, har fået en meget blandet modtagelse af eleverne. 3.Bt synes rigtig godt om den måde de bevægede sig rundt i scenografien og brugte vandet, stolene og sandet. 2.N synes det var dejligt afvekslende bare det, at de gik rundt i stedet for at sidde stille og tale, mens nogle af eleverne i 2.S synes, at performerne gik lidt umotiverede rundt på scenen – en elev var næsten irriteret over, at de brugte energi på at gå rundt i stedet for at koncentrere sig om at forklare tingene, så alle kunne forstå dem.

Videreførtalt

Forestillingen har givet alle eleverne en oplevelse, der var værd at fortælle om til deres forældre, søskende og venner. De fortæller både om videnskabsteatret som formidlingsgenre og om indhol-

det, med særlig vægt på emnet og dets banebrydende og almennyttige potentiale. Når de fortæller om formen er det enten om den skuffelse de har oplevet, fordi det ikke var teater, eller fordi det godt kunne være gjort mere præsentabelt. I 3.Bt fortæller de om, hvor fantastisk det har været. Når eleverne fortæller om forestillingen til deres familie foregår der to ting. For det *første* vurderer eleven, *hvad* modtageren vil være mest interesseret i at høre om, og eleverne fortæller derfor overvejende om, at forskerne måske har fundet en metode til behandling af kræft, og går ikke i detaljer med de mere faglige dele af forestillingen. Flere af eleverne har dog været så fascinerede, at de også er gået i detaljer, når de har fortalt om forestillingen til deres uinteresserede forældre og sproglige venner. Dette gælder især eleverne i 3.Bt der alle har fortalt om deres oplevelse både hjemme og til deres venner. De har haft lyst til at bruge de ord der var i forestillingen og til at fortælle om forskningen i en høj detaljeringsgrad. Deres resumeer viser også, at de har forstået forestillingen så godt, at de uden problemer kan gengive handlingen. Der er ikke kun brudstykker de fortæller om, men derimod et handlingsforløb, som det var struktureret i fortællingen. Dermed kommer vi til den *anden* ting der har indflydelse på hvad eleverne fortæller deres forældre, søskende og venner; eleverne fortæller nemlig det de *kan* fortælle, det de har forstået bedst og bedst kan sætte ind i den globale sammenhæng. Eleverne i 2.N kan eksempelvis godt fortælle om vands polære egenskaber i en lokal sammenhæng, men har svært ved at relatere det til forestillingens globale sammenhæng, hvorfor det ikke er en del af deres fortælling om forestillingen. Det er karakteristisk for eleverne fra 1.N, at de har svært ved at bruge termene fra forestillingen i deres resumeer. Enten bruger de dem forkert eller også bruger de deres eget ord for det de gerne vil sige. Eksempelvis kalder Anders cancermedicinen for "*en slags antistof*", som er en term der stammer fra gennemgangen af immunsystemet i forestillingen. Ingen af de elever jeg talte med kunne huske ordet phosphorlipider eller liposomer, men bruger i stedet, korrekte, men mere overordnede betegnelser som fedtlag (Mathias), fedtmolekyler (Helen) og fedtpartikler (Marie).

Ifølge Søren Dupont (Dupont, 2007) mener Jerome Bruner, at det centrale ved enhver handling og hændelse ikke er hvad der sker, men hvad hændelsen betyder for de mennesker, der er involveret i hændelsen: Handlinger og hændelser kan have mange betydninger fordi mennesker fortolker forskelligt. Denne indsigt er meget sigende for den meget varierede tolkning eleverne har af forestillingen, hvor ikke alle er lige beslægtede med det budskab instruktøren har haft da han lavede forestillingen sammen med forskerne, nemlig: "Grundforskningens betydning for anvendt forskning".

8.4 Opsummering af elevernes *Narrative Reception*

I dette afsnit vil jeg kort opsummere resultaterne fra sammenfatningen og diskussionen i forrige afsnit for at danne et kort og overskueligt billede af elevernes narrative reception.

8.4.1 Modtagelsen

Omstændighederne hvormed de fire klassers elever har modtaget forestillingen er forskellige. 1.N, 2.N og 3.Bt så forestillingen i teatersalen, 1.N betalte selv og tog selv initiativet, hvorimod 2.N og 3.Bt kom gratis ind. 2.N integrerede forestillingen i deres AT forløb om medicin, og de vidste, at de skulle arbejdede videre med forestillingen i Aktion 2. 2.S så forestillingen på dvd og gennemførte Aktion 3 på en flexdag arrangeret af fysiklæreren. Forestillingen blev projiceret op på et lærred i deres mørklagte fysiklokale.

8.4.2 Behov

Forventninger, indfrie, uindfrie eller manglende, er en meget vigtig faktor i elevernes modtagelse. Eleverne har dannet sig et billede af den oplevelse de skal modtage, ud fra de erfaringer de har med lignende oplevelser, og når disse billeder ikke matcher hinanden bliver eleverne frustrerede. Dette stiller større krav til deres evner og vilje til forventningsjusteringer.

Mine undersøgelser viser, at eleverne er blevet påvirket af, at teaterforestillingen ikke opførte sig 'teateragtigt'. De fik en oplevelse der afveg fra det forventelige, og det gav anledning til at indlede en fortælling om oplevelsen. Langt de fleste elever har fortalt enten deres venner eller forældre om forestillingen. Dette bekræfter, at oplevelsen har påvirket dem og afvejet så meget fra hverdagen, at den var værd at fortælle om. Man skal selvfølgelig huske på, at det, at en oplevelse kvalificerer sig til at blive fortalt, ikke nødvendigvis betyder at den var god.

Der ligger et metabehov for forestillingen i det emne forestillingen behandler, nemlig en mulig kur mod kræft. Eleverne er derfor blevet fængt af dette og det har øget deres generelle behov for at modtage forestillingen. Facetten behov skal ses som en dynamisk størrelse, som vi blandt andet så det med 3.Bt, der mødte op uden et behov eller måske endda et negativt behov for at se forestillingen, men blev så opslugt af oplevelsen at deres behov ændredes dramatisk. Behovet for at modtage forestillingen afhænger i høj grad af elevernes individuelle interesse for medicinsk forskning og for hvorvidt de har naturvidenskab som global interesse.

For de mindre naturfaglige elever har særligt dokumentarklippene på skærmen og visualiseringerne med den magiske kugles rutsjetur i blodbanen været med til at fange elevernes situationelle interesse som derved periodisk har skabt et større behov for forestillingen.

8.4.3 Tolkning

Alle eleverne tolker forestillingen som en fortælling om forskningsprocessen bag en mulig kur mod kræft. Herefter tager tolkningen forskellige drejninger; nogle fokuserer på anvendelsesperspektivet i den forskning der præsenteres, andre på selve forskningsprocessen, mens andre igen fokuserer på, at den viden de kender fra skolefagene kan bruges i praksis.

Hvis man godt kan lide et videnskabeligt foredrag og gerne vil identificere sig med foredragsholderen og indholdet, kan det være negativt at modtage en farvestrålende forestilling. Tilsvarende kan det være negativt at modtage en videnskabsteaterforestilling, hvis man holder meget af teater.

Meget naturfaglige og dedikerede elever, der stadig er i gang med at definere sig selv som naturfaglig, bliver irriterede over, at den viden der er i forestillingen, ikke bare serveres som et rent foredrag. Det forstyrrer deres opfattelse af naturvidenskab og det de kan identificere sig med, at det serveres som teater. De har et fast billede af hvordan en naturfaglig person opfører sig når han eller hun holder foredrag om videnskabelige emner. Deres identitetsopfattelse som meget naturfaglige personer er ikke så stabil, at de åbent kan modtage en forestilling, der hverken opfører sig foredragsagtigt eller teateragtigt, og som desuden opføres af forskere der ikke opfører sig forskeragtigt. Forestillingen forstyrrer deres billede af naturvidenskab, de bringes ud af balance og reagerer med skuffelse og irritation.

Elever der har en individuel Interesse i biologi eller bioteknologi oplever at få fanget deres interesse for forestillingen som helhed; men kun hvis indholdet bekræfter elevernes kompetencer for feltet,

ved at den viden og de samspil de i forvejen kender bliver præsenteret så det skaber en global sammenhæng i deres naturfaglige scripts.

Ikke-naturfaglige elever er positive og nysgerrige overfor mediet. De kommer uden de store forventninger og bliver derfor sjældent skuffede, men måske endda positivt overraskede. De bemærker i højere grad de visuelle effekter, da de anvender dem til at bevare koncentrationen, når de mister overblikket over deres situationsmodel for forestillingen.

Eleverne har fortolket de tre performere og deres optræden meget forskelligt, hvilket har medført, at nogle har lyttet mere koncentreret når én performer talte frem for en anden. Deres holdninger til performerne udspringer af elevernes evne til at kunne identificere sig med performerne. Dette afhænger af elevernes individuelle interesse for det faglige perspektiv, hver performer lægger på fortællingen og på elevernes holdning til hvor godt performeren optræder og forklarer de faglige termer. Forestillingens største svaghed er performerne og deres manglende evner til at "komme ud over scenekanten"; men det er samtidig også en af styrkerne, fordi de bringer en troværdighed og autenticitet ind i fortællingen som gør den endnu mere fascinerende.

8.5 Sammenfatning af den narrative receptionsanalyse

Der er tre ting, der har afgørende betydning for elevernes narrative reception af forestillingen: Deres individuelle interesse, som også er tæt forbundet med deres faglige forudsætninger for at modtage forestillingen, deres forventninger til videnskabsteatergenren og deres holdning til performerens optræden.

I lyset af denne undersøgelse af elevernes narrative reception af videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle*, vil jeg konkludere, at det største potentiale ved videnskabsteatret er selve fortællingen. Den har formået at skabe sammenhæng mellem alle de brudstykker af viden som eleverne har fra de forskellige naturvidenskabelige fag, og samtidig vise, at dette samspil kan føre til noget så anvendeligt som en kur mod sygdommen kræft.

På baggrund af resultaterne fra dette kapitel og analysen af *Den Magiske Kugle* i Kapitel 4, kan jeg nu udfolde forestillingens *interestingness* i det følgende kapitel.



Den Magiske Kugles *interestingness*

Hvad vil det sige at have *interestingness*, og har
Den Magiske Kugle det?

I dette kapitel vil jeg sammenfatte svaret på afhandlingens andet forskningsspørgsmål – hvad er forestillingens *interestingness*? Dette vil jeg gøre ved at inddrage resultaterne fra analysen af *Den Magiske Kugle* i Kapitel 4 samt analysen af elevernes *narrative reception* i Kapitel 8. De to kapitler giver tilsammen de to dimensioner i fænomenet *interestingness*, som jeg definerede i kapitel 1:

Begrebet interestingness rummer to dimensioner: en beskrivelse af selve objektet og modtagernes oplevelse med objektet. Objektet kan være en oplevelse, en aktivitet, en tekst eller en teaterforestilling.

Schank har i sin artikel fra 1979 analyseret, hvad der karakteriserer objekter, der har *interestingness*. Han redegør for, at vi mennesker bruger vores globale scripts til at genkende situationer, som ofte er interessante, hvorved vi ikke behøver at gentage analysen af situationen, når vi møder den på ny. Ved at undersøge disse scripts når han frem til, at der er nogle regler for, hvad der er absolut interessant. Den første regel er, at 'døden' er en kategori, der er interessant. Om 'døden' skriver han: "*Death is interesting (one would suppose) because everyone is worried about it happening to them. But death is not absolutely interesting*" (s. 279). Han argumenterer for, at døden ikke i sig selv kan kategoriseres som absolut interessant, men derimod skal tilføjes operatorerne 'uventet', 'fare' og 'personlige relationer' for at have *interestingness*. Døden er altså interessant, hvis den rammer et barn, og dermed er uventet, hvis den rammer en vi kender eller hvis der er fare for at årsagen til dødsfaldet rammer en selv. Andre ting der er absolut interessante er, ifølge Schank, blandt andet 'fare', 'magt', 'sex', 'store mængder penge', 'destruktion', 'kaos', 'romantik' og 'sygdom'.

Det lader altså til, at der er nogle emner, der har noget intrinsisk i sig, der gør, at når mennesker kommer i kontakt med dem, skabes der en situationel interesse, uafhængigt af konteksten og personens affektive og kognitive tilstand og individuelle dispositioner. Man skal være varsom med sådan-

ne generaliseringer, da en interesse defineres som et *specifikt* forhold mellem en person og et objekt (Krapp, 2002). Interesse er således ekstrinsisk karakteriseret, og det er *forholdet* mellem personen og objektet der gør, at objektet bliver et interesse-objekt og ikke objektet i sig selv. Dette specifikke forhold opstår først, når operatorerne 'uventet', 'fare' og 'personlige relationer' tilføjes, og disse er individafhængige i modsætning til de 'absolut interessante emner'.

Det betyder med andre ord, at der er nogle emner vi lader til at være mere disponerede for at fatte interesse for – *de absolut interessante emner*. Men interessen for disse emner er ikke absolut i den forstand, at interessen gælder for alle mennesker. Med absolut skal derfor forstås, at alle mennesker har en latent interesse for emnerne, fordi disse emner netop berører, hvad vi må formode er grundlæggende eksistentielle karakteristika for, hvad det vil sige at leve som et menneske. Netop denne status, som værende latent til stede hos alle mennesker gør, at vi må formode, at interessen fanges med større sandsynlighed, end det er tilfældet med interesse for andre emner, der har en mindre almen eksistentiel status. Under alle omstændigheder gælder det, at den latente interesse kun vil manifestere sig, hvis man som individ oplever, at emnet har karakter af at være uventet, at det sandsynliggør en fare for den enkelte og at individet personligt kan relatere til det.

9.1 Interestingness

Hvis vi følger Schank's regler har *Den Magiske Kugle* altså *interestingness*, fordi den relaterer sig til to kategorier, der er absolut interessante; nemlig 'døden' og 'sygdom', som begge skal kombineres med de individafhængige operatorer 'uventet', 'fare' og 'personlige relationer' for at have ægte *interestingness*. Det er netop de begrundelser eleverne bruger, når de forklarer, hvorfor de synes at forestillingen er interessant, hvilket er karakteristisk for hovedparten af eleverne. Vi ved fra Kapitel 4 at *Den Magiske Kugle* handler om, hvordan forskere igennem de sidste 100 år har arbejdet med at finde en måde, hvorpå medicin kan smugles ind i kroppen og angribe de syge celler. Det startede med Paul Erlichs vision om at kurere sygdom med kemiske stoffer, og han arbejdede målrettet for at finde en kur mod syfilis (syfilis relaterer sig i øvrigt til kategorien 'sex', der har absolut interesse). I løbet af fortællingen lærer vi blandt andet om vands fysiske og kemiske egenskaber. Vand besidder ikke umiddelbart *interestingness*, men det der fortælles om vand er 'uventet', og vandets egenskaber har betydning for, at de magiske kugler kan dannes, og 'sygdommen' kureres. Fortællingen føres helt frem til nutiden, hvor de kliniske studier på mennesker er i gang. Kliniske studier har potentielt *interestingness*, da det handler om 'sygdom', og selvom vi ikke kender de personer, der deltager i undersøgelsen, er det sandsynligt at vi kan relatere til dem. Vi er selv mennesker og vi ved, at sygdommen kræft er en trussel vi lever med i samfundet og som kan ramme alle, og måske allerede har ramt et nært familiemedlem – og i værste fald kan medføre 'døden'. I forhold til emnet 'kliniske studier' er det imidlertid nødvendigt at pointere, at der skal skelnes mellem, at alle har en oplevelse af at de er *relevante*, men dette er ikke det samme som at de synes de er *interessante*; det bliver de først, hvis operatorerne kan skabe et forhold imellem individet og objektet 'kliniske studier'.

I overensstemmelse med de teorier om interesse jeg har opereret med i den *narrative receptions-analyse*, skriver Schank, at emner der har *interestingness* skaber et behov for at modtage mere information om emnet, og behovet fastholdes, hvis modtageren ikke skal anstrenge sig for meget for at fortolke informationerne.

Vi skal derfor anvende det didaktiske greb fra Kapitel 4 for at finde ud af, hvor meget vi som publikum "tages ved hånden" i vores tolkning af fortællingen, og hvor meget der gøres for at vi kan fastholde koncentrationen på forestillingen. De tre performere jonglerer med en lang række faglige termer og naturvidenskabelige processer, der beskrives og forklares ved at anvende metaforer, hverdagsreferencer, rekvisitter og få, men flotte, visualiseringer på skærmen. *Den Magiske kugle* placerer sig niveaumæssigt et sted imellem hverdagsforståelser og naturvidenskabelig erkendelse, i et vanskeligt forsøg på at finde en balance så publikum kan internalisere den nye information fra forestillingen i deres tidligere viden. Det viser sig i den narrative receptionsanalyse, at mange af eleverne har haft problemer med tolkningen på grund af det Schank kalder for "*information overload*". Schank fremhæver, at det er en vigtig faktor i forhold til at modtageren kan nå at fortolke informationerne, hvilket mine undersøgelser bekræfter. Det påvirker således forestillingens *interestingness*, at nogle elever oplever, at de ikke kan integrere den nye information med deres eksisterende viden til trods for at performerne didaktiserer den faglige information.

Det er i forbindelse med denne gennemgang af forestillingens *interestingness* relevant at overveje, om der er nogle aspekter i forestillingen, der kvalificerer sig til at have *non-interestingness*, og dermed udelukkende kommenteres som noget negativt af eleverne. I henhold til den narrative receptionsanalyse er der en ting i forestillingen der har *non-interestingness*, for eksempel performerens stemmeføring, der opleves som meget monoton. Dette må begrundes med, at det er forskere og ikke skuespillere, der står på scenen, og at de er utrænede i deres artikulation. Til gengæld er der flere elever, der fremhæver deres gestikulation som noget meget positivt, og at det har bidraget til fortolkningen af forestillingen, og dermed til forestillingens *interestingness*.

Med inspiration fra Schank har jeg i de forrige afsnit forholdt mig til de dele af forestillingen, der har absolut *interestingness*. Den narrative receptionsanalyse viser, at der desuden er en række emner og aspekter ved forestillingen, der skaber interesse på grund af elevernes faglige præferencer, erfaringer og modenhed. Dette kan betegnes som forestillingens specifikke *interestingness*, det er den *interestingness* der ikke udspringer af de emner, der har absolut interesse hvis de forenes med tre operatorer. Specifik *interestingness* er i høj grad individafhængig.

9.2 Specifik *interestingness*

Forestillingens fortælling om selve forskningsprocessen, anvendelsesmulighederne for de naturvidenskabelige fag, sammenhængen mellem fagene, forestillingens repeterende kvaliteter og performerens evne til at formidle et højt videnskabeligt indhold til almindelige elever, er de primære faktorer, der er med til at give forestillingen specifik *interestingness*. Den specifikke *interestingness* er således også påvirket af, hvordan eleverne kan relatere til forestillingen og performerne. Hvis man eksempelvis som gymnasieelev har valgt en naturvidenskabelig studieretning, og har haft en række naturvidenskabelige fag, bevirker ens naturfaglige erfaringer og interesser, at man nemmere kan forstå de faglige termer, som er vigtige i forhold til fortællingen. Fortællingens 'Plotpunkter' (jf. Kapitel 4) er baseret på videnskaben i forestillingen, så hvis man forstår videnskaben, har man også nemmere ved at forstå fortællingen og bevare interessen. Samtidig har de erfarne naturfaglige elever oplevet, at forestillingen var repeterende i forhold til den faglige viden, de havde fra deres gymnasiefag. Dette har bekræftet dem i deres bemestring af fagene, hvilket har været med til at aktualisere deres individuelle interesse for naturvidenskab, fastholde deres interesse for forestillingen og dermed øge deres individuelle opfattelse af forestillingens specifikke *interestingness*.

Der er også en anden ting der medvirker til at give forestillingen specifik *interestingness*, nemlig æstetikken. Mine resultater viser, at de kunstneriske virkemidler har stor indflydelse på, hvordan eleverne modtager forestillingen. Nogle er blevet grebet af særligt visualiseringerne på skærmen, mens andre er blevet irriterede over musikken. En enkelt klasse synes generelt, at de kunstneriske virkemidler var overflødige i forhold til forestillingens *interestingness*.

9.3 Sammenfatning af *Den Magiske Kugles interestingness*

Jeg har i dette kapitel redegjort for, at videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* har *interestingness* fordi emnet i forestillingen relaterer sig til to ting, der har absolut interesse; nemlig 'døden' og 'sygdom'. Disse to aspekter ligger i baghovedet af modtagerne igennem hele forestillingen, om end forestillingens handlingsforløb reelt kun uddyber disse to aspekter i meget begrænset omfang. Forestillingen handler om en naturvidenskabelig forskningsproces, der fører til, at sygdommen kræft sandsynligvis kan kureres og døden undgås. Selve fortællingen om forskningsprocessen har overvejende karakter af at have specifik *interestingness*, da interesse for disse aspekter primært afhænger af elevernes individuelle interesser og faglige erfaring. De kunstneriske virkemidler har for nogle elever bidraget positivt til forståelsen og fastholdelsen af koncentrationen, hvorved det for disse elever giver forestillingen specifik *interestingness*.

10

Design og afvikling af Aktion 2 og Aktion 3

Hvilke overvejelser ligger der bag undervisningsdesignet?
Hvordan blev Aktion 2 og Aktion 3 afviklet? Og hvordan
blev datamaterialet indsamlet?

For godt 2 år siden, under et af mine første besøg på det gymnasium, hvor jeg gennemførte Aktion 2, talte jeg i en pause med en både erfaren og frustreret fysiklærer. Han havde netop været, med et af sine fysikhold, på besøg på Technoteket på SDU's Tekniske Fakultet, dengang kaldet Odense Teknikum. Technoteket demonstrerer små og store fysiske fænomener, ved hjælp af en række interaktive opstillinger og under besøget så klassen en magnetisk snurretop, der, ifølge fysiklæreren, havde gjort eleverne både målløse og begejstrede. Dagen efter ville han gerne regne videre på fænomenet, men der var interessen tabt og eleverne var ligeså lidt interesserede som de plejede at være. Hans budskab til mig var, at lærerne virkelig har brug for hjælp til at fastholde interessen når de når hjem til gymnasiet.

Denne fortælling er et klassisk eksempel på, at der i situationen på Technoteket opstod en situationel interesse. Der var sandsynligvis flere årsager til, at interessen blev vakt: klassen var ude af deres vanterammer, eleverne blev overraskede over det fænomen de observerede og hele oplevelsen blev medieret af en anden person end deres lærer, der formåede at skabe spænding omkring den interaktive opstilling. Men interessen tilhørte situationen og blev aldrig andet end en *triggered* situationel interesse, der var tabt så snart eleverne forlod Technoteket.

10.1 Teoretisk grundlag for designet af Aktion 2 og 3

Jeg havde fra starten af besluttet, at jeg ikke ville lade forestillingen stå alene i min undersøgelse; men derimod anvende den som referenceramme i et tværfagligt projektforsøg, nemlig Aktion 2, så forestillingens faglige indhold blev forankret i elevernes egen gymnasiepraksis. Forestillingen skulle være det meningsskabende og samlende element igennem hele projektet. Det var mit ønske, at eleverne, til hver en tid, kunne se tilbage på forestillingen og derigennem finde meningen med de

opgaver, de var i gang med at løse, hvad enten det var rapportskrivning i biologitimerne eller forsøg med overfladespænding i fysik. Dernæst var jeg interesseret i at få involveret eleverne i forestillingens faglige indhold og derigennem få dem til at anvende de faglige elementer i forestillingen i både skrift og tale. Derved kunne de blive kompetente deltagere og ikke blot modtagere, som de var under forestillingen. Dette er årsagerne til, at det var naturligt at vælge gruppearbejde med rapportskrivning og fremlæggelse som den dominerende arbejdsform.

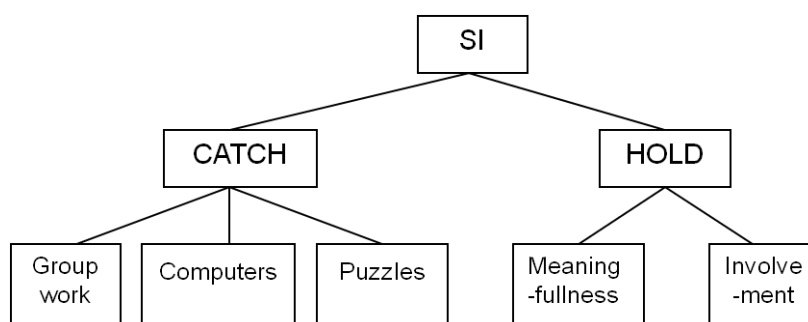
Efter afslutningen af Aktion 2 valgte jeg at designe et forankrende forløb, der kunne gennemføres på en enkelt dag, dette er Aktion 3. Baggrunden for dette var de problemer jeg havde med at få lærerne til at engagere sig i et længerevarende projekt, som jeg har beskrevet i begyndelsen af kapitel 7. Aktion 3 havde som sit primære formål at facilitere reflekteret kommunikation om forestillingens faglige indhold og forankre forestillingen i deres egen praksis ved at inddrage faglige ting, som indgår i de naturvidenskabelige fag på C niveau. Aktionen består af et tværfagligt opgaveløb, der indeholder ni små opgaver, der bearbejder en række aspekter af forestillingen. Opgaveløbet blev gennemført i grupper og bestod af både praktiske og teoretiske opgaver og indeholdt desuden et konkurrenceelement.

10.1.1 'Catch and Hold'

Meningsfuldhed og involvering er, ifølge Mitchells (1993) 'Catch and Hold' teori, de to vigtigste variable, når man skal fastholde en interesse. Med meningsfuldhed og involvering menes, at undervisningen skal være relevant, eleverne skal kunne relatere til emnet, og de skal have ansvar for egen læring og formidling:

"the essence of catching lies in finding various ways to stimulate students, whereas the essence of holding lies in finding variables that empower students....I propose that variables that 'empower' students tend to hold interest. Because even when the source of empowerment is removed, the student will likely still find the subject empowering to them" (s. 426).

Mitchell har tegnet en model for den hypotetiske konstruktion af situationel interesse (SI) i matematikundervisningen, som er det fag han har arbejdet ud fra. Modellen er gengivet i figur 10. 1.



Figur 10.1 Konstruktionen af situationel interesse (SI) i matematikundervisningen (Mitchell, 1993, s. 426).

Undervisningsforløbet i Aktion 2 og opgaveløbet i Aktion 3 rummede altså 'Catch'-elementer, da eleverne, som allerede nævnt, arbejdede i grupper. I Aktion 2 anvendte de desuden computere, mens de i Aktion 3 løste små opgaver såkaldte 'puzzles' og det indbyggede konkurrenceelement var en ydre motivationsfaktor, som var med til at skabe meningsfuldhed, for, om ikke andet, så var meningen med opgaveløbet at vinde over de andre grupper. Anvendelse af computere som i Aktion 2, kan næppe betragtes som et interessemedierende element i et fag som biologi i år 2007, hvor alle rapporter skrives på computer, i forhold til computeres interesseskabende potentiale i matematikundervisningen i 1993. I den forbindelse er det også nødvendigt at reflektere over hvorvidt Mitchell teorier for, hvordan man fanger og fastholder elevers interesse for matematikundervisningen, kan overføres til andre naturfaglige fag. Mitchell argumenterer i sin artikel for:

"In particular it seems reasonable that facets such as meaningfulness and involvement may hold students' interest regardless of the subject area" (s. 433).

Undersøgelsen af aktionerne vil således vise, om designet har formået at skabe meningsfuldhed og at få eleverne involveret og hvorvidt 'Catch' elementer også har anvendelsespotentiale i andre fag end matematik.

10.1.2 Samarbejdende læring

Ved at lade forankringsaktionerne bestå af opgaver, der skal løses i en social kontekst, bliver eleverne bragt i en situation, hvor han eller hun gennem dialog med sig selv, med læreren og med de andre elever kan producere ny mening og konstruere ny viden ved at integrere de nye informationer fra forestillingen i den eksisterende viden. Informationer bliver først til viden, gennem en aktiv bearbejdning i den enkeltes bevidsthed, og en integration i hans eller hendes 'omverdensforståelse' (Bang, 2008).

Piaget anvender begrebet akkommodation til beskrivelse af den proces, hvor nye strukturer integreres i de gamle strukturer, hvorved de danner en ny konstruktion. Ifølge Piaget kræver dette, at der skabes et refleksivt rum, hvor der er plads til interaktion imellem mennesker og til aktive handlinger (Grønbæk Hansen, 2007), hvilket netop er intentionen med Aktionerne. Wertsch betegner denne proces som internalisering og angiver følgende definition:

"Internalization...concerns the processes by which individuals acquire beliefs, attitudes, or behavioral regulations from external sources and progressively transform those external regulations into personal attributes, values, or regulatory styles... [T]his definition highlights that full or optimal internalization involves not only taking in a value or regulation but also integrating it with one's sense of self – that is, making it one's own – so the resulting behavior will be fully chosen or self-regulated" (Wertsch, 2002, 121).

Internalisering er således en tilegnelse af viden, der går ind og bliver en del af individets værdier, holdninger og selvopfattelse. Internaliseret viden er, med andre ord, ikke blot med til at påvirke ens personlighed, det bliver en del af ens personlighed. Dette aspekt af internalisering af information er relevant i forbindelse med naturfagsindsatser, der ønsker at nå videre end blot at give eleverne en god oplevelse. Det underliggende mål med en naturfagsindsats er at øge tilgangen til de naturviden-

skabelige uddannelser, og i forbindelse med et uddannelsesvalg spiller selvopfattelsen en vigtig rolle (Hannover & Kessels, 2004).

Ifølge Dupont taler Bruner om samarbejdende læring, og det væsentlige for Bruner er ikke enten det individuelle og subjektive eller det fælles kollektiv, men kittet imellem disse størrelser: Sproget forstået som fortælling (Dupont, 2007, s.98).

Der er således igennem gruppearbejde skabt mulighed for, at eleverne kan skabe mening i den fortælling de har modtaget ved at indgå i reflekteret dialog omkring forestillingen. I reflekteret dialog får individerne i gruppen mulighed for at bidrage med deres fortælling af forestillingen. Dermed synliggøres de steder, hvor horisontjusteringen ikke er lykkedes og igennem samarbejdende læring kan eleverne skabe en ny fortælling.

Sammenfattende har jeg således arbejdet ud fra to overordnede faktorer, da jeg designede undervisningsmaterialet til de to Aktioner: For det første skulle de rumme 'Catch and Hold' elementer og for det andet skulle de skabe et refleksivt rum, hvor eleverne i samarbejde kunne forhandle de nye informationer på plads, og hver især internalisere fortællingen i deres egen form og på deres eget niveau.

10.2 Aktion 2

10.2.1 Beskrivelse af undervisningsmaterialet til Aktion 2

Under produktionen af Den Magiske Kugle, gik jeg i gang med at forberede det tværfaglige undervisningsforløb, jeg var interesseret i at afprøve på nogle af de klasser, der så forestillingen. På det tidspunkt havde jeg ikke en afklaring på, hvem der ville deltage og havde derfor ikke mulighed for at skræddersy projektet i forhold til de involverede fags pensum- og kompetencekrav. Da kontakten til lærerne fra 2.N kom på plads viste det sig, at jeg kunne målrette mit design så det passede til klassens AT forløb om medicin, mellem biologi og kemi. Eftersom *Den Magiske Kugle* handler om biofysisk forskning, var det vigtigt for mig at inddrage fysik i det tværfaglige forløb også. Lærerne var glade for at kunne tilføje fysik som deltagende samspilfag i deres AT-forløb. Det blev besluttet, at fysikdelen skulle designes og undervises af en pædagogikum studerende, klassen tidligere var blevet undervist af. Der var således mange aktører på banen, og jeg kommunikerede både med fysiklæreren og den pædagogikum studerende omkring fysiks rolle i projektet, uden at nå en egentlig afklaring inden projektstart. Jeg udtrykte mine ønsker om, at fysik fik samme status som biologi i projektet, et ønske jeg stod alene med og i sidste ende blev fysik kun inddraget til at belyse nogle aspekter af forestillingen; men uden deciderede krav om evaluering af forsøgene.

Da udviklingen af undervisningsforløbet til Aktion 2 blev målrettet 2.N, besluttede jeg mig for at oprette en hjemmeside, der kunne indeholde de informationer eleverne skulle have adgang til: (<http://www.imada.sdu.dk/~stinne/Magisk%20Kugle%20Undervisning/Materiale%202.php>). På hjemmesiden kunne eleverne finde en introduktion til de seks emner de skulle arbejde med i biologi samt rapportkravene til hvert emne. Hjemmesiden indeholdt desuden links til uddybende information om deres emner, et link til *før-forestillingsspørgeskemaet* samt baggrundsmateriale om forestillingen *Den Magiske Kugle*.

Tabel 10.1 Introduktion til de seks emner og kravene til gruppe-rapporterne

Emne	Introduktion	Krav til rapporten		
Fedtsyrer	Hver eneste af kroppens milliarder af celler, omgives af en membran bestående af fedt. Vores immunforsvar, hormon og nerve-system samt alle vores organer fungerer ikke uden tilgang til fedtsyrer, både mættede, umættede og de essentielle fedtsyrer.	Hvad er fedtsyrernes rolle i cellemembranen?	Redegør for fedtsyrernes struktur og nomenklatur herunder cis/trans-fedtsyrer og de essentielle fedtsyrer	Redegør for phosphorlipidernes struktur og funktion
Vandkanaler	Mennesket består hovedsageligt af vand. Hvis et menneske ikke drikker dør det indenfor få dage, mens det sagtens kan undvære mad i flere uger. Vandkanaler indgår som et meget vigtigt element i reguleringen af kroppens vandbalance.	Hvad er vandkanalers/ aquaporinernes rolle i cellemembranen?	Beskriv vandkanalernes opbygning og funktion	Aquaporin er et membranprotein. Redegør for hvad membranproteiner er samt diffusion, osmose, faciliteret og aktiv transport
Kolesterol	Kolesterol er fedtets følgesvend. Kemisk set er kolesterol et sterol som kroppen anvender ved produktion af steroid-hormonet testosteron (androgener) esteron (østrogener) og binyrebarkhormon. Kolesterol findes i alle celler og er livsnødvendigt.	Hvad er kolesterol's rolle i cellemembranen?	Redegør for steroiderne, herunder deres struktur og anvendelse	Redegør for kolesterol's rolle ved åreforkalkning
Na ⁺ /K ⁺ -pumpen	Natrium/kalium-pumpen har betydning for at opretholde cellens volumen. Stopper pumpen svulmer cellen op. Na ⁺ /K ⁺ -pumpen er et protein, der indgår i cellemembranen. Det pumper konstant natrium-ioner ud af cellen og kalium-ioner ind i cellen ved hjælp af ATP som energikilde.	Hvad er Na ⁺ /K ⁺ -pumpens rolle i forhold til cellemembranen?	Redegør for Jens Chr. Skous arbejde med at opdage Na ⁺ /K ⁺ -pumpen	Redegør for ATP og dets rolle i kroppens bioke-miske processer.
LiPlasomer	Liposomer er som skabt til transport af medikamenter. Hos firmaet LiPlasome Pharma lader forskerne dem med anti-cancer midler, som frigives når liposomerne møder kræftcellerne. Deres liposomer er kamufleret fra immunsystemet, de kalder dem LiPlasomer.	Hvad er et LiPlasome?	Gennemgang af LiPlasome Pharmas forskning i liposomer. Giv en kort beskrivelse af virksamheden og dens ansatte	Redegør for reglerne omkring dyreforsøg og kliniskeforsøg. Hvilken fase er LiPlasome i?
Enzymer	Alle celler har enzymer. Enzymer er en af forudsætningerne for liv. Enzymer er store proteinmolekyler med et aktivt center. Det stof som omdannes af enzymet kaldes substrat, og enzymets aktive center passer kun til ét bestemt slags substratmolekyle.	Hvad er enzymeres rolle i forhold til cellemembranen?	Redegør for biologiske enzymeres funktioner - kom gerne ind på enzympkinetik	Hvad er phosphorlipaser og lipaser? Hvilken rolle spiller de i kroppen?

Tabel 10.1 indeholder et ekstrakt af den del af hjemmesiden, hvor eleverne kunne finde information om deres emner og krav til deres rapporter. De seks emner er fedtsyrer, vandkanaler, kolesterol, Na^+/K^+ -pumpen, LiPlasomer og Enzymer. Emnerne var således enten kemiske stofgrupper (fedtsyrer, kolesterol, enzymer) eller en biologisk funktion (vandkanaler og Na^+/K^+ -pumpen). Endelig var der en gruppe, der arbejdede specifikt med de magiske kugler, hvis patenterede navn er LiPlasomer. Jeg valgte, at grupperne skulle arbejde med seks forskellige emner, frem for at give dem en liste over nogle emner de frit kunne vælge imellem. Årsagen til dette er, at det var vigtigt for mig, at eleverne kunne fremlægge deres rapporter for hinanden uden at aktiviteten kom til at bære præg af for mange gentagelser.

Det skal i den forbindelse nævnes, at de seks emner ikke relaterer sig lige meget til forestillingen, men dog alle til dele af den, og, at jeg ikke havde kendskab til klassens pensum i fysik og biologi, da jeg designede projektet. Jeg valgte at formulere tre krav til hver gruppe rapport. Det første krav var, at eleverne skulle redegøre for, hvilken rolle deres emne havde i forhold til en cellemembran. Dette valgte jeg for at skabe en forbindelse mellem deres emne og et af de dominerende faglige elementer i forestillingen, nemlig dannelsen, strukturen og funktionen af en cellemembran. Det næste krav var, at de skulle redegøre for strukturen og funktionen af deres respektive emner. Ved det sidste krav blev eleverne enten bedt om at relatere deres emner til den overordnede stofgruppe emnet tilhørte, eller de blev bedt om at uddybe et underemne, indenfor deres overordnede emne.

Den pædagogikumstuderende fysiklærer designede fire stande, hvor eleverne på skift kunne udføre små sjove forsøg med blandt andet sæbebobler og måling af dråbestørrelser af forskellige væsker. Det oplæg han havde udarbejdet til hver stand kan også findes på den hjemmeside, der tilhører projektet. De fire stande blev også suppleret med nogle regneopgaver om overfladespænding og med et fysikforsøg, der indgår som en del af det almindelige fysikpensum i Fysik B. Forsøget handler om overfladespænding og går ud på at måle den energi, der skal til for at løfte en plan plade, der ligger i vandoverfladen af et kar med vand, op af vandet. Det er altså den tiltrækningskraft, vandmolekylerne udøver på pladen, der skal findes. Forsøget blev gennemført med rent vand og vand tilsat enten sprit eller sæbe. Forsøgene fra de fire stande, regneopgaverne og forsøget med overfladespænding har eleverne i forskellig grad beskrevet i et bilag til deres biologirapport og perspektiveret i forhold til liposomer. Som jeg nævnte tidligere var det ikke et krav fra fysiklæreren, at forsøgene blev inddraget i rapporten, men derimod et ønske fra min side. Jeg ville gerne give fysik en højere status i projektet og var desuden overbevist om, at fysikforsøgene ville kunne inddrages på en meningsfuld måde i forbindelse med elevernes skriftlige arbejde om cellemembranen – hvis de blev vejledt i det.

10.2.2 Afvikling af Aktion 2

Aktion 2 indgik som afslutningen af 2.Ns AT forløb om medicin, der blev afviklet mellem den 18. Januar og 13. Februar 2007, hvor fagene biologi, fysik og kemi indgik. I to uger inden klassen så forestillingen var de blevet introduceret til medicin ved dels at læse Kapitel 1 og 7 i *Lægemiddelmekemi* (1992) skrevet af H.B. Jensen, dels at arbejde med syntese af medicin og smertemedicin i kemi. Desuden havde de læst et valgfrit kapitel fra *Det medicinerede menneske* (2005), der er udarbejdet af Danmarks Farmaceutiske Højskole. Kapitlet arbejdede de med gruppevist i 4 timer i biologi.

Inden forestillingen blev eleverne inddelt i seks grupper af biologilæreren, i, hvad han kaldte, ”kærlighedsgrupper”. Dette skal forstås på den måde, at det var elever, der sympatiserede med hinanden

og tidligere havde været gode til at samarbejde, hvilket også var tilfældet i dette forløb. Dernæst havde biologilæreren slået terning om emnerne og det var derfor tilfældigt, hvilke grupper, der arbejdede med de forskellige emner. Da klassen mødtes efter forestillingen fik eleverne at vide, hvilket emne deres gruppe skulle arbejde med. I den forbindelse fik de udleveret noget skriftligt materiale om deres respektive emner. Dette bestod af letlæste artikler samt kopier fra lærebøger, hvor deres emne var beskrevet på et niveau, der var passende til eleverne. Mit formål med at forberede dette skriftlige materiale var dels at hjælpe eleverne godt i gang med projektarbejdet, ved at sikre mig, at de havde noget anvendeligt materiale. Samtidig var det for at afværge at projektstarten druknede i søgninger på internettet, der kunne resultere i informationer på både for generelle eller for specifikke niveauer. Eleverne gik engagerede i gang med, både at læse det udleverede materiale, og søge informationer om deres emne på internettet. I de følgende to uger blev samtlige biologitimer brugt på projektet, og biologilæreren holdt løbende møder med grupperne for at vejlede dem i opgaven. Den 7. og 8. februar var afsat til fremlæggelser i matrixgrupper¹, hvor eleverne på skift underviste hinanden i de emner de hver især havde arbejdet med. På denne måde fik eleverne mulighed for at italesætte deres emner overfor deres klassekammerater i små grupper. Samtidig fik de mulighed for at gå i dialog med eleverne fra de andre grupper, som havde et andet perspektiv. Ved at designe fremlæggelsen i grupper, frem for på klassen, var det muligt at gennemføre fremlæggelserne i løbet af to timer. Denne fremlægningsform gjorde det samtidig muligt at alle eleverne kunne formidle hele deres rapport, og ikke kun en lille del indenfor deres emne, som det havde været tilfældet, hvis gruppen skulle lave en samlet fremlæggelse på klassen.

I de fysiktimer eleverne havde i løbet af projektperioden, blev de først undervist i teorien omkring overfladespænding, membraner og amfifile egenskaber, hvorefter de udførte de forsøg med overfladespænding, der var designet af fysiklæreren. Eleverne blev ikke vejledt i at få integreret fysikforsøgene i rapporterne og grupperne har derfor inddraget forsøgene på meget forskellig vis, hvilket vil fremgå af min analyse af Aktion 2 i kapitel 11. Denne uafklarede forbindelse mellem biologirapporten, som skulle evalueres med en karakter og fysikforsøgene, som fysiklæreren ikke umiddelbart var interesseret i at evaluere, påvirkede elevernes holdning til forsøgenes vigtighed.

Rapporterne blev afleveret den 13. februar 2007, 14 dage efter eleverne havde set forestillingen. I dagene efter foretog jeg de individuelle interviews med hjælp fra en kollega.

10.3 Aktion 3

10.3.1 Beskrivelse af opgaveløbet til Aktion 3

Undervisningsmaterialet bestod af et opgaveløb med 9 poster. Jeg har designet de 9 poster efter inspiration af det faglige indhold i forestillingen. Opgaverne konkretiserede nogle af detaljerne omkring de magiske kugler, både dannelsen, nedbrydningen og virkningen.

¹ Matrixgrupper var lærernes betegnelse for ny grupper, der er dannet af en person fra hver af de oprindelige grupper. I Aktion 2 blev rapporterne udarbejdet i grupper og derefter blev der dannet nye grupper, matrixgrupper, hvor eleverne fremlagde deres rapporter for hinanden.

Hver post blev indledt med et uddrag fra forestillingen, så eleverne kunne se den direkte sammenhæng mellem opgaven og det faglige indhold i forestillingen. Opgaverne bestod af alt fra teoretiske regneopgaver til små praktiske forsøg. Niveaueet var således meget varieret, så alle eleverne kunne få en oplevelse af at bemestre en opgave og opleve en grad af 'empowerment' (Mitchell, 1993). Vi ved fra en del af interessedeteorien, som jeg har gennemgået i kapitel 5, at også de dygtige elever skal føle sig udfordret for at fænges, og helst med opgaver de kan løse og som de vurderer, at andre elever vil have svært ved at løse (Hidi & Renninger, 2004). Det varierende niveau vises ved at eleverne i Post 1 konkurrerede om at få flest mulige vanddråber til at ligge på en 50 øre og hvor mange klips de kunne få til at flyde i en petriskål med vand. På denne post var der således også et konkurrence element mellem eleverne internt i gruppen og samtidig blev de fysisk involveret. Opgaven i Post 9 gik derimod ud på at forstå og beskrive en graf med resultaterne fra dyreforsøg med liposomer. Jeg indsatte et billede af 'oncomus', da jeg antog, at det ville fange elevernes interesse, da det er væmmeligt at se på og vækker sympati for musene og måske endda overvejelser om det etiske ved dyreforsøg. Alle 9 poster kan ses i bilag D sammen med svararket. Svararket var det ark grupperne skulle bruge til at anføre deres løsninger på. Jeg havde pointsat alle opgaver og underopgaver, i forhold til min vurdering af sværhedsgraden, og brugte dette rettesystem til at kåre vinderholdet ved aktionens afslutning.

10.3.2 Afvikling af Aktion 3

Aktion 3 blev gennemført med 2.S klassen, det vil sige den samfundsvidenska-

Post 1

Bangham:
"Its back to water."
"Det drejer sig i virkeligheden om, hvorvidt man kan tvinge vand til at gøre noget, som det ikke vil. Giv vand muligheden, og alt hvad der er orden, forvandles til uorden."

Overfladespænding

1.1 Hvor mange vanddråber kan I få til at ligge på en 50 øre?



1.2 Hvor mange clips kan I få til at ligge i en petriskål med vand?
Rekorden er 31 stk!



Palles rekord: 31 clips

I kan tage et billede som bevisførelse med kameraet der ligger på katederet.
Angiv også antallet af dråber og clips på jeres svarark.

➔
Gå videre til Post 2

Post 9

Jonas
"Jeg har kontakt til et firma der arbejder med lige præcis den her mission. Det hedder LiPlasome Pharma A/S og blev skabt i 2001 med det formål at skabe magiske kugler af fedt, som kan indkapsle cellegiften, så man kun rammer de syge celler."

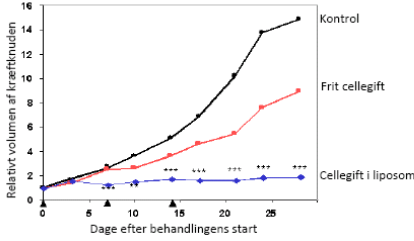
Dyreforsøg

Herunder ser I en figur fra LiPlasome Pharmas hjemmeside, der viser resultaterne af en undersøgelse, hvor mus har fået sprøjtet kræftceller fra mennesker ind under huden og derefter behandlet med enten frit cellegift sprøjtet direkte i blodåren eller med cellegift indkapslet i et liposom.



9.1 Jeres opgave er nu med 5 linier at forklare, hvad grafen viser. I skal anvende følgende ord: kræftknode, reduktion og kontrolgruppe i jeres forklaring. Angiv forklaringen i jeres svarark.

Behandling af kræftramte mus med frit cellegift og cellegift indkapslet i liposomer



Dage efter behandlingens start	Kontrol (Relativt volumen)	Frit cellegift (Relativt volumen)	Cellegift i liposom (Relativt volumen)
0	1.0	1.0	1.0
5	2.0	1.5	1.2
10	4.0	2.5	1.5
15	8.0	4.0	1.8
20	12.0	6.0	2.0
25	15.0	8.0	2.2

➔
Gå videre til Post 1

belige 2.g klasse. Aktionen startede med, at klassen samledes i fysiklokalet, hvor jeg sammen med min kollega og fysiklæreren, KSH, havde gjort lærred, projektor og højtalere klar. Jeg præsenterede mig selv og min kollega og gennemgik dagens program for klassen. Dvden med *Den Magiske Kugle* blev nu startet og der blev delt kage rundt, som en af pigerne havde bagt. Mens eleverne så den første del af forestillingen, fordelte min kollega og jeg de ni poster rundt omkring på gymnasiet. Samtidig markerede vi, hvor posterne var placeret på store oversigtskorts af gymnasiet, som jeg havde printet ud fra gymnasiets hjemmeside. Efter 50 minutter, hvilket er umiddelbart efter forestillingens klimaks, pausede jeg afspilningen, så eleverne kunne holde 10 minutters frikvarter. Derefter så vi forestillingen færdig, hvorefter eleverne udfyldte de *affektive-postforestillingsspørgeskemaer* og holdt deres frokostpause. I frokostpausen gjorde vi de sidste poster klar, blandt andet Post 1, som skulle foregå i fysiklokalet under observation af min kollega, da den krævede både oprydning og optørring af vand imellem hver gruppe. Efter frokostpausen samledes vi igen i fysiklokalet, hvor jeg gennemgik afviklingen af opgaveløbet, inddelte eleverne i grupper og uddelte kort samt svarark til hver gruppe. Der var fem grupper og grupperne fordelte sig på hver deres Post, så Gruppe 1 startede med Post 1, Gruppe 2 med Post 3, Gruppe 3 med Post 5 osv. Opgaveløbet blev afviklet på 2 timer uden nævneværdige problemer, og i takt med, at grupperne blev færdige med løbet afleverede de deres svarark til mig, så jeg kunne rette dem.

Da eleverne igen var samlet, gennemgik fysiklæreren Post 2 på tavlen. Det var en opgave, der havde til formål at få eleverne til at realisere, hvor fascinerende stort et volumen en tynd cellemembran kan omslutte. Opgaven krævede, at eleverne fandt lommeregneren frem og regnede på målestoksforhold, volumen af en kugle, enheder og 10 potenser, en opgave som ingen af grupperne havde kunnet løse.

Derefter kårede jeg et glad og overrasket vinderhold og evaluerede dagen på klassen, gav eleverne fri og pakkede sammen.

10.4 Dataindsamling ved Aktion 2 og 3

Tre ting har været i fokus, når jeg har observeret klasserne i Aktion 2 og 3. For det første har jeg kontinuerligt været interesseret i, hvad eleverne fortæller om forestillingen, hvilket dermed bidrager til Aktion 1. For det andet har jeg været interesseret i, hvad eleverne fortæller omkring deres oplevelser med undervisningsforløbene, og endelig har jeg været interesseret i den rolle forestillingen har spillet i elevernes bevidsthed i løbet af undervisningsforløbene.

Dette perspektiv betyder, at det er elevernes dialoger i grupperne, jeg har fokuseret på under mine observationer og jeg har bevidst udvalgt de aktiviteter, jeg oplevede faciliterede dialogen omkring forestillingen mest.

Under databearbejdningen har jeg snævret feltet af videooptagelser ind, ved at udvælge optagelser af de dialoger, hvor forestillingen inddrages. I forbindelse med Aktion 2 har jeg udvalgt elevernes mundtlige fremlæggelser af deres rapporter i to af grupperne og har dermed fravalgt de videooptagelser jeg har fra den første dag af projektet, hvor gruppearbejdet blev igangsat². Under Aktion 3 filmede jeg lærerens gennemgang af en af posterne i slutningen af dagen, men har valgt ikke at ind-

² Mine initiale oplevelser som observatør og "videokamerapasser" er gennemgået i Kapitel 6.

drage den i min databearbejdning da mit fokus er på eleverne og de ikke bidrog aktivt under opgavegangen.

I Kapitel 6 er en detaljeret beskrivelse af de metoder jeg har anvendt til min dataindsamling, og jeg vil derfor kun kort genopfriske metoderne for hver aktion herunder. Der indgår kun en beskrivelse af dataindsamlingen af de data jeg, i forhold til ovenstående betragtninger, har valgt at bruge i min analyse.

10.4.1 Metoder til dataindsamling under Aktion 2

Videoobservationer

Jeg har filmet tre af grupperne under deres fremlæggelser i matrixgrupper og har analyseret de to optagelser, hvor lyden var bedst.

Feltnoter

Jeg tog feltnoter igennem hele projektforsløbet, disse er primært i stikordsform og indeholder ikke komplette dialoger og vil derfor kun blive inddraget som supplement til mine andre data.

Statusspørgeskemaer

Eleverne udfyldte tre små spørgeskemaer i løbet af projektet. Der var to gennemgående spørgsmål på dem alle: Hvor meget tænker du på forestillingen, mens du arbejder med emnet? Og hvor interessant synes du projektet er?

Elevrapporter

Jeg har fået en kopi af rapporterne fra de seks grupper og en mail med de karakterer rapporterne har fået af biologilæreren.

Post-aktions-interview type 1 - kvalitative forskningsinterview

Jeg gennemførte interviews med 11 af eleverne, hvoraf de 10 kunne transskriberes og indgår i analysen.

10.4.2 Metoder til dataindsamling under Aktion 3

Lærerinterview

Interview med læreren omkring klassen 2.S samt hans oplevelser omkring at samarbejde med forskere om undervisningsforløb.

Post-aktions-interview type 2 - Q-metodologi

Q-interviews der primært fokuserede på elevernes modtagelse af forestillingen. I løbet af interviewene bad vi eleverne forholde sig til opgaveløbet og dets tilknytning til *Den Magiske Kugle*.

10.5 Sammenfatning af kapitlet

Jeg har arbejdet ud fra to overordnede faktorer, da jeg designede undervisningsmaterialet til de to Aktioner. For det første skulle de rumme 'Catch and Hold' elementer. For det andet skulle de skabe et reflektivt rum, hvor eleverne i samarbejde kunne forhandle de nye informationer på plads og hver især internalisere fortællingen i deres egen form og på deres eget niveau.

Aktion 2 er et tværfagligt projekt som jeg har designet til biologi og fysik, hvor eleverne gruppevis skulle skrive rapporter indenfor seks forskellige emner med relation til forestillingen. I samme periode udførte eleverne forsøg i fysik, der belyste relevante fænomener i forbindelse med rapportarbejdet. I slutningen af projektet blev eleverne inddelt i nye grupper og fremlagde i den forbindelse deres rapporter for hinanden. Projektet blev gennemført med 2.N, som har en naturvidenskabelig studieretning. Under projektforløbet indsamlede jeg empiri i form af observationer, statusspørgeske-maer og interviews.

Aktion 3 er et Opgaveløb med 9 poster, der alle relaterer sig til forestillingen i større eller mindre grad. Posterne involverer besvarelse af spørgsmål, løsning af små opgaver eller udførelse af små forsøg. Projektet blev gennemført i løbet af en flexdag, hvor den samfundsvidenskabelige klasse 2.S først så *Den Magiske Kugle* på dvd og derefter var på Opgaveløb. Under projektet indsamlede jeg empiri i form af observationer og interviews.

11

Aktion 2 – Tværfagligt forløb

Hvad er elevernes oplevelse med forankringsaktionen og hvilken rolle spillede forestillingen i elevernes bevidsthed i forbindelse med aktionen? Hvordan påvirkede den arbejdets meningsfuldhed og samspillet mellem biologi og fysik?

I analysen af mit datamateriale har jeg søgt efter *hvad* eleverne i løbet af projektet siger i relation til forestillingen og *hvordan* forestillingen inddrages i deres arbejde med det tværfaglige projekt. Jeg har udført statistiske analyser af mine statusspørgeskemaer, jeg har kodet transskriptionerne af mine kvalitative interviews og behandlet en af elevfremlæggelserne i matrixgrupper. Derudover har jeg analyseret elevrapporterne for at finde ud af, hvordan eleverne har inddraget forestillingen i deres projektarbejde.

Jeg vil starte med at analysere resultaterne fra de individuelle interviews med de otte elever fra 2.N, som også blev analyseret i forbindelse med den *narrative receptionsanalyse* i kapitel 8. Jeg vil i den forbindelse fremlægge resultaterne, der handler om elevernes oplevelse med det faglige samspil i projektet. Dernæst vil jeg behandle rapporterne fra de seks grupper og vise uddrag af relevante passager samt inddrage elevernes kommentarer om rapporterne og de seks emner. Endelig vil jeg analysere fremlæggelsen i en udvalgt matrixgruppe, hvori der indgår en diskussion om forskningen der fortælles om i *Den Magiske Kugle*. Elevernes kommentarer omkring fremlæggelserne fra de individuelle interviews vil jeg trække frem i forbindelse med dette afsnit. Jeg vil løbende inddrage resultaterne fra statusspørgeskemaerne efterhånden som det bliver relevant. Kapitlet afsluttes med en opsummering af alle resultaterne, samt en kort diskussion om Aktionens samspil med forestillingen.

Under de individuelle interviews blev der taget udgangspunkt i følgende fire spørgsmål, når eleverne blev adspurgt om det tværfaglige projekt:

- Fortæl hvad du synes om projektet
- Hvad synes du om jeres emne?
- Hvordan synes du samarbejdet mellem fysik og biologi har været?

- Hvad synes du om at undervise de andre grupper?

Det er svarene på disse spørgsmål jeg har anvendt til analysen af Aktion 2. Under den kvalitative analyse af interviewene fremkom der tre koder: 'Samspil', 'Rapporten' og 'Matrixfremlæggelser', som er beskrevet i tabel 11.1. Det er næppe overraskende, at koderne bærer præg af de spørgsmål vi har stillet eleverne. Man kan selvfølgelig overveje, hvorvidt det betyder, at spørgsmålene har været dækkende i forhold til at få eleverne til at fortælle om deres oplevelser eller uinspirerende i forhold til, at de kunne komme i tanke om andre relevante ting i forbindelse med projektet. Jeg hælder mest til den første forklaring, da jeg har fulgt klassen og hørt deres kommentarer undervejs i projektet, og det er min overbevisning, at de otte elevers kommentarer er meget dækkende i forhold til klassens oplevelser med projektet. Som nævnt vil de kommentarer, der har fået tildelt koderne 'Rapporten' og 'Matrixfremlæggelser', først blive anvendt i forbindelse med min analyse af rapporterne og fremlæggelsen i matrixgrupper.

Tabel 11.1 Koder fra de individuelle interviews

Kode	Beskrivelse
Samspil	Kommentarer der retter sig mod samspillet mellem fysik og kemi, samspillet mellem forestillingen og fysik eller kemi samt den overordnede sammenhæng i undervisningsforløb inklusiv forestilling.
Rapporten	Koden dækker over alle kommentarer der retter sig mod rapportarbejdet, herunder emnerne, kravene til hvert emne, tiden der var til rådighed og det udleverede materiale.
Matrixfremlæggelser	Kommentarer, der behandler elevernes oplevelse med at fremlægge i matrixgrupper.

11.1 'Samspil'

Eleverne i 2.N kommenterer alle, at de godt kunne se en sammenhæng mellem de involverede fag, men det er meget forskelligt, hvordan de vurderer graden af sammenhæng. Johanne og Susan er eksempelvis blevet meget positivt overraskede over at opleve en meningsfuld sammenhæng mellem fysik og biologi:

"Jeg synes der har været meget sammenhæng - så meget sammenhæng, at jeg overhovedet ikke havde forestillet mig, at der kunne være mellem biologi og fysik, det har altid været biologi og kemi, hvor jeg har set en hel masse sammenhænge. Fysik havde jeg slet ikke tænkt på - fysik havde jeg tænkt matematik har en stor sammenhæng, men ikke biologi, og det var faktisk rigtig overraskende men også spændende at se, at det hænger sammen. I naturvidenskab alle dele hænger sammen på forskellige måder" (Susan).

"Ja, altså, jeg synes det har været kanongodt fordi vi har fået sådan - altså vi har arbejdet med tre emner biologi, kemi og fysik, og så har man så fået indblik i alle fagene og sådan, jeg synes også det har været godt sammensat, så man har fået - altså f.eks. da de lavede de her fysikforsøg, da fik jeg en større forståelse af, hvad det er der lige præcis sker, så det har været rigtig godt" (Johanne).

Johanne nævner også kemi i sin kommentar om det faglige samspil, da det var med i begyndelsen af klassens AT forløb om medicin, som Aktion 2 var en del af. Susan vender senere i interviewet tilbage

til sammenhængen mellem fysik og biologi og i denne kommentar fremgår det, at det er forestillingen der for hende har været det samlende element imellem fysik og biologi. Hun har ikke tænkt ret meget på forestillingen mens hun arbejdede med rapporten, hvilket hun også har markeret i statusspørgeskemaet, hvor hun svarede, at hun tænkte 'meget lidt' på forestillingen mens hun arbejdede med rapporten, hvor hun svarede 'nogen gange' mens hun lavede fysikforsøg. Hun uddyber det med denne kommentar:

"[I] starten tænkte jeg: fysik, medicin, jeg synes ikke rigtig, det hang sammen. Jeg ved ikke - medicin så tænkte jeg biologi, kemi men ikke fysik, men det hang jo egentlig meget sammen i den forestilling vi så, altså liposomer, overfladespænding og sådan, det forstod jeg, så jeg tænkte faktisk meget på den her forestilling undervejs, især da jeg lavede fysikforsøg, fordi jeg tænkte, hvad har det med det at gøre? Og jeg prøvede hele tiden at finde sammenhængen mellem det, jeg synes, det virkede da. Jeg synes det var nogle rigtig gode forsøg, vi lavede". (Susan)

Tina har også brugt forestillingen til at koble alle delene i projektet sammen og har under projektarbejdet haft forestillingen liggende i baghovedet hele tiden:

"Og så synes jeg også, det har været en spændende kobling, de der med at man har set noget, og så går man hjem og arbejder mere dybt med det, så det ikke bare er noget som har fået lov til at stå bare for sig selv, men at man hele tiden har haft den der - det der stykke i baghovedet. Sådan har jeg i hvert fald oplevet det, at jeg hele tiden har tænkt, nåh ja, det er fordi sådan og sådan, og så kan man bruge det. Det synes jeg har været spændende." (Tina)

Både Susans og Tinas kommentar bekræfter, at forestillingen for dem har formået at fungere som referenceramme i deres tværfaglige arbejde, og for Tina har det været en rigtig god oplevelse at tage udgangspunkt i en forestilling. Hun uddyber sin oplevelse med kommentaren:

"[D]en måde og det omdrejningspunkt, det har været utrolig relevant, så derfor synes jeg det har været spændende at gå i dybden på en anden måde, og arbejde med det på den måde. Fordi vi kunne jo også bare have fået en opgave, skriv om enzymer, ikke, men jeg tror også det er meget sundt det der med at man skal se det i en større sammenhæng, at man skal inddrage den der magiske kugle, eller at man har noget, man skal have i baghovedet, at det ikke bare bliver en emneopgave" (Tina)

Tilgangen til projektet har været anderledes end det klassen er vant til, eftersom det startede med forestillingen, der trak de store sammenhænge op og anlagde et anvendelsesperspektiv. Derefter fik eleverne så mulighed for at dykke ned i et specifikt emne, men fordi det relaterede sig til forestillingen blev det ikke "bare" en emneopgave. Ifølge Andersen & Sillasen (2007) har fokus de seneste år flyttet sig fra at handle om at lære nogle naturvidenskabelige grundbegreber til også at omfatte grundbegrebernes anvendelsesperspektiv, hvilket dette projekt er et eksempel på, hvor cellemembraner, selvorganisering og overfladespænding er blevet sat i forbindelse med biofysisk grundforskning i en mulig kur mod kræft. Andersen & Sillasen anbefaler netop, at man anvender narrativer i det didaktiske krydsfelt mellem teoretisk erkendelse og praktisk anvendelse.

For Britta har begrebet 'selvorganisering' netop været det fænomen, der har formået at skabe en sammenhæng mellem biologi og fysik:

Britta: "Jeg synes det er et spændende emne. Og det var også meget fedt, sådan at det hele ligesom gik op i en højere enhed, det der med - Gud selvorganisering, jamen det passer jo sammen med det her biologi og jamen sådan, det lige som kommer op, det er jo ikke kun én ting, det er jo en hel masse ting fra forskellige både det fysiske og det biologiske, der ligesom hænger sammen, der får det til at fungere.

Stinne: "Så du synes altså at biologi og fysik spiller meget godt sammen?"

Britta: "Ja, det synes jeg faktisk. Fysik har ligesom givet nogle forklaringer, hvorfor det her det kan ligesom lade sig gøre. Jo, det har været meget godt."

Signes første kommentar er lidt sarkastisk: "Altså der har været mere samarbejde end der plejer at være, kan man sige, men det er jo heller ikke så meget alligevel, kan man sige". Hun har godt kunnet se sammenhængen og udpeger de steder, hvor der har været overlap:

"lipider skulle vi bruge både i fysik og biologi, og så var der noget med cellemembranen det kom også ind i fysik, og så var der noget med spændingen i kroppen, som vi både skal bruge i fysik og biologi, så der var mange ting, vi kunne bruge begge steder. Der var samarbejde". (Signe)

For Simon er det sæbeboblerne, der har hjulpet ham til at få en bedre forståelse for emnet:

"fysik og biologi det har gået godt sammen. Sæbeboblerne, det har virkelig hjulpet mig til at forstå, hvordan det egentlig er, det foregår, det er jo egentlig bare modsat med vandkanalerne, hvordan den kommer igennem cellemembranen, det er meget godt at have kørende ved siden af, så det passer perfekt ind" (Simon)

Tina og Tine kunne også godt se sammenhængen, men de synes begge godt det kunne have været bedre:

"[J]eg synes at samarbejdet det har været nogenlunde, men det kunne godt have været endnu bedre, tror jeg. Også fordi at hvis det nu havde - eller det ved jeg ikke, hvis fysikken mere havde - nej men nogle gange skulle man selv lige finde lidt den røde tråd - det ved jeg ikke - selvfølgelig er det blevet forklaret det der med overfladespændinger, membraner og sådan noget, men der kunne godt have været lidt mere en rød tråd." (Tina)

"Mmmm, det har været godt med de forsøg vi lavede i fysik for at forstå det bedre, men ellers så synes jeg ikke der har været helt vild stor sammenhæng, det kan også være jeg bare ikke lige har kunnet se sammenhængen i det. Der har været noget, men ikke sådan, jeg tror måske godt, de kunne have fået det bedre. Eller også hørte vi også meget i fysik, som vi allerede havde hørt i biologi eller i teatret. Måske fysikdelen skulle have været lidt større, det var meget kort og meget overfladisk på en eller anden måde." (Tine)

Jeg er enig med eleverne i at sammenhængen godt kunne have været bedre, hvilket jeg vil tage til efterretning. Det er vigtigt at forberede samspillet mellem fagene grundigt, så både forskere, lærere og elever arbejder sammen om at skabe en meningsfuld sammenhæng. Jeg har i et tidligere projekt

(Hansen, 2007) oplevet, at det tværfaglige samspil i vid udstrækning overlades til eleverne, som det også var tilfældet i dette projekt, eftersom fysikdelen ikke skulle evalueres og de derfor ikke fik kompetent vejledning i at inddrage forsøgene i rapporten. En evaluering af det skriftlige arbejde i biologi (EVA, 2004) har desuden vist, at evalueringen af biologirapporter i højere grad er summativ end formativ. I praksis anses det altså for værende mindre vigtigt om emnerne i en rapport, hvad enten den er enkeltfaglig eller tværfaglig, hænger sammen på en meningsfuld måde, hvis bare eleverne har fået det hele med. Dette projekt bekræfter denne undersøgelse, eftersom fysikdelen, i langt de fleste rapporter blev placeret som et appendiks uden, at lærerne har forholdt sig til formen, eller for den sags skyld, indholdet.

To af eleverne kommer ind på Gymnasiereformen i forbindelse med deres kommentarer om tværfagligt arbejde. Dorte siger lidt tørt og unuanceret, at det med tværfagligt arbejde er en af de få gode ting ved reformen. Mens Britta reflekterer over, hvad det har betydet for hende, at de arbejder med så mange tværfaglige projekter:

”[N]u da får vi det allerede ind i hovedet fra første dag: Husk nu, prøv at tænke på alle de andre fag, kan det også belyses på den måde. Man får lært at tænke sådan hov, er det nu også sådan, og kan man måske også se det på en anden måde. Ja det synes jeg også man kan bruge .. ja ikke bare .. ja i et tværfagligt forløb men også bare i almindelighed. Med at man skal måske lige huske at se det fra en anden side, og hvis man ser det fra den side så er der måske en eller anden højere enhed, man kommer til.” (Britta)

I forhold til Gymnasiereformen er Brittass kommentarer interessant, da hun viser, at de mange tværfaglige projekter har påvirket hendes syn på arbejdet med forskellige emner både indenfor og udenfor skolen. Tværfagligheden er altså blevet en del af det perspektiv hun automatisk lægger på de informationer hun kommer i nærheden af. Hun er den eneste der giver udtryk for denne refleksion, men det kunne være interessant i en anden forbindelse at undersøge, hvordan tværfagligheden i Gymnasiereformen påvirker de unges tilgang til både skolen og livet generelt.

For at vende tilbage til det faglige samspil, så viser min analyse, at eleverne i 2.N alle godt har kunnet se sammenhængen mellem de to fag, der indgik i projektet; fysik og biologi. Nogle af eleverne er decideret blevet overraskede over at opleve, at de to fag *kunne* spille sammen. Eleverne fremhæver at fysikforsøgene, særligt dem om sæbebobler og overfladespænding har hjulpet dem til at forstå nogle af de biologiske mekanismer bedre, herunder cellemembraners selvsamling. Forestillingen bliver af flere nævnt som det sammenkædende element, hvilket netop var et af de aspekter jeg gerne ville undersøge med denne aktion.

Jeg vil, i lyset af ovenstående resultater, konkludere, at eleverne i løbet af Aktion 2, har oplevet en meningsfuld sammenhæng mellem fagene, deres emner og krav til rapporterne samt forsøgene i fysik, hvilket netop er en vigtig 'Hold'-faktor, i undervisningssammenhæng, ifølge Mitchell (1993). Dernæst vil jeg konkludere, at forestillingen har fungeret som referenceramme for eleverne, de har alle ønsket at relatere deres arbejdsopgaver til forestillingen, for nogle elever er det lykkedes bedre end andre, men forestillingen har bevidst eller ubevidst i større eller mindre omfang ligget i baghovedet på eleverne igennem hele projektet.

11.2 'Rapporten'

I min gennemlæsning af projektrapporterne søgte jeg efter passager, der behandlede nogle af de faglige emner fra forestillingen og dernæst efter passager, hvor forestillingen blev inddraget direkte. Endelig var jeg interesseret i at finde steder, hvor fysikdelen af projektet blev integreret i rapporten. Det er således indirekte og direkte referencer til forestillingen samt relationer til fysikforsøgene jeg har behandlet i forbindelse med rapporterne. Jeg har samlet mine overordnede betragtninger omkring gruppernes rapporter i tabel 11.2, hvori biologilærerens karakterer for rapporterne også er angivet.¹

Tabel 11.2 Oversigt over grupperapporterne samt deres karakterer.

Emne	Beskrivelse	Karakter
Fedtsyrer	Gruppen har lavet en pædagogisk gennemgang af selvorganisering og tykkelsen af en cellemembran. De afslutter rapporten med en beskrivelse af de magiske kugler og gennemgår to fysikstande i et bilag. De opfylder kravene til rapporten.	7
Vandkanaler	De refererer ikke direkte til forestillingen og de magiske kugler, men der er mange passager, hvor de beskriver fænomener der også blev gennemgået i forestillingen, bl.a. cellemembranen og sæbebobler og inddrager overfladespændingen fra fysikdelen i rapporten (Se figur 11.2). De har i bilaget lavet beregninger på overfladespændingen i vanddråber som var en af regneopgaverne i fysik. De opfylder kravene til rapporten.	12
Enzymer	Indleder med at nævne forestillingen og dens relation til deres emne. De perspektiverer deres emne til kræft og kræftbehandling, hvorefter de beskriver de magiske kugler (Se figur 11.1) og phosphorlipasens funktion i forhold til de magiske kugler. De har lavet et lille bilag med gennemgang af forsøgene med overfladespænding og sæbebobler. De opfylder kravene til rapporten.	10
Kolesterol	Nævner ikke <i>Den Magiske Kugle</i> specifikt, men har et langt afsnit med cellemembraner og gennemgår kolesterol's rolle i cellemembranen, hvilket Ole og forklarer i forestillingen. Gruppen har lavet en 3-siders gennemgang af alle fysikforsøgene, med små udregninger og billeder i et bilag.	7
LiPlasomer	Inddrager fysikforsøgene løbende igennem rapporten, men har også et bilag med gennemgang af forsøgene. De nævner ikke forestillingen direkte, men det er tydeligt, at der er flere ting de kun ved, fordi de har set forestillingen, eksempelvis at de kliniske forsøg begynder til sommer. Konklusionen evaluerer forløbet og perspektiverer deres emne. I et bilag beskrives fænomenerne overfladespænding og selvorganisering	10
Na ⁺ /K ⁺ -pumpen	De skriver ikke noget om forestillingen, men en del om cellemembraner. De har beskrevet sæbebobleforsøget meget udførligt i et bilag. De opfylder kravene til rapporten.	10

Det er biologilærerens vurdering, at rapporterne generelt havde en høj standard, eleverne har gjort meget ud af at lave nogle gode rapporter og det fremgår også af interviewene, at de har været me

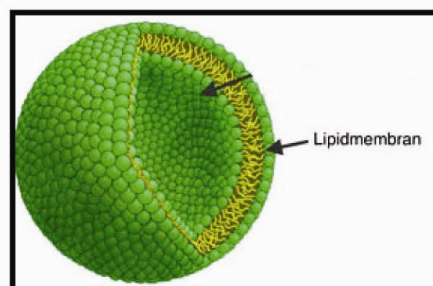
¹ Karaktererne er givet i henhold til den nye 7-trins skala

Cancerbehandling

Kræft er i dag, en af de hyppigste dødsårsager i den vestlige verden, og det har endnu ikke været muligt at finde en behandlingsmetode, som ikke kun helbreder kræften, men som også er skånsom overfor kroppen. Problemet i dag er, at vi ved brug af f.eks. kemomedicin ikke har nogen garanti for at giften slår alle cancercellerne ihjel. Derudover slår kemomedicinen, ikke kun de syge celler ihjel, men vil også dræbe nogle af de raske celler. Dette er blot en af årsagerne til, at der i disse år forskes kraftigt i at optimere cancerbehandlingen.

”De Magiske Kugler”

Nyere forskning har vist, at man ved at indkapsle kemomedicinen i liposomer, kan transportere kemomedicinen med de røde blodlegemer i blodet, uden at liposomet vil blive nedbrudt af immunsystemet. Dette skyldes at den type af liposomer, som anvendes til dette, også kaldt lipasomer, er omringet af kulhydrater. Disse kulhydrater gør, at der vil binde sig vandmolekyler til liposomet, som derfor går i et med dets omgivelser og bliver dermed ”usynligt” for immunsystemet.



Figur 6: Illustration af et liposom, hvor lipidmembranen fremgår.

Figur 11.1 Eksempel på hvordan *Den Magiske Kugle* blev inddraget i rapporten fra enzymgruppen

Overfladespænding

Overfladespænding er et udtryk for styrken mellem de intermolekulære kræfter i væsken. Der findes tre forskellige slags intermolekulære kræfter: hydrogenbindinger, Dipol Dipol og Van der Waalske kræfter. I vand er det hydrogenbindingerne som giver vandet sine unikke egenskaber. I en hvis mængde vand vil et vandmolekyle, som befinder sig i midten, blive tiltrukket af de omkringliggende molekyler. Hvis et molekyle befinder sig i overfladen vil molekylet kun føle en kraft fra den ene side. Vandmolekylet i midten oplever en nettokraft ind mod midten.

Vandmolekylet i overfladen har en større potentiel energi, end resten af molekylerne. Denne kraft danner en slags svag elastisk membran, som holder sammen på vandet. Vandmolekylerne vil forsøge at lave en så lille overflade som muligt, for at bruge mindst mulig energi – dette opnås ved at danne en kugle, hvilket er forklaring på, hvorfor vand danner dråber.

Figur 11.2 Afsnit om overfladespænding fra gruppen, der skrev om vandkanaler. Gruppen er gået mere i dybden med deres beskrivelse af vands egenskaber i forhold til Oles gennemgang i forestillingen.

get interesserede i at skrive nogle ordentlige rapporter, eftersom de er gået meget op i at finde noget ordentligt materiale, gå i dybden med emnet og opfylde rapportkravene. Som Tina formulerer det: *"[J]eg tror vi alle sammen har syntes det var utrolig spændende, og nu er vi spændt på, hvad I siger til det, men altså vi har lagt mange ting i det, at det skulle gerne blive en god opgave - det skulle ikke bare være noget lal."*

Det fremgår af tabellen, at grupperne hovedsageligt har inddraget fysikdelen i et bilag til rapporten, og at der i bilagene primært er en gennemgang af forsøgene fra de fire stande, hvori der ikke indgik komplicerede udregninger. Der har, som nævnt i forrige kapitel, ikke været nogen konkrete krav omkring fysikdelens rolle i rapporten og det er derfor ikke overraskende, at det er meget forskelligt, hvor meget grupperne har valgt at skrive om fysikforsøgene og hvilke forsøg de har valgt at beskrive. Der er dog en undtagelse, nemlig gruppen, der skrev om vandkanaler, som bestod af de 3 eneste drenge i klassen, samt pigen Anja. Denne gruppe har nemlig kastet sig ud i en af regneopgaverne fra fysikdelen, hvor de skulle beregne, hvor stort et arbejde det kræver at lave en terning med 1 L vand om til dråber med en radius på 100nm. Det er i den forbindelse værd at bemærke, at det lader til at pige grupperne er "flygtet" fra udregningerne i fysikdelen og har valgt at fokusere på biologien og på de simple forsøg. Flere undersøgelser har da også vist, at piger flygter fra fysik og vælger biologi, hvis de får chancen (Hoffmann, 2002; Hoffmann & Häussler, 1998). I en undersøgelse af Hoffmann (2002) blev det desuden vist, at pigernes forhold til fysik afhænger meget af deres selvopfattelser af egne fysikevner. I forbindelse med mit projekt kunne man forestille sig at pige grupperne fravælger regneopgaverne, da de forventer at de vil have svært ved at løse dem, hvilket sandsynliggøres af, at langt de fleste af de interviewede piger nævner, at de ikke er så gode til fysik.

11.2.1 Rapportkommentarer fra individuelle interviews

Flere af de emner jeg har valgt til rapporterne er ikke nye for eleverne, hvilket giver anledning til en del kommentarer om deres umiddelbare reaktion på deres emne:

"Jamen jeg synes, det har været rigtig godt, fordi at det har været meget relevant i forhold til, hvad vi ellers har berørt i de forskellige fag, og noget - at man har fået en dybere indsigt, altså nu har vi haft om enzymer og sådan noget, og vi har jo haft lidt om det før, men alligevel så finder man ud af, at det er jo ikke bare lige sådan som man nogle gange får at vide, der er jo mange lag, man kan selv vælge nogle gange, hvor dybt man graver".
(Tina)

"Altså lige da vi fik emnet, tænkte jeg: Neej, vi kan nok kun skrive to sider, seriøst vi kan ikke skrive mere end det. Men altså fordi vi havde haft om det før, vi havde haft om åreforkalkning før, så der var ikke så meget at skrive om, eller det troede jeg ikke i starten, altså vi kom hurtigt op på de 8-9 sider, så jeg synes det var helt vildt godt." (Signe)

Tine, der har skrevet om fedtsyrer siger tilsvarende: *"jeg troede egentlig jeg vidste mere om det, men når man så går i dybden med det, som vi gjorde, så er der egentlig meget, som man ikke ved".* I vandkanalgruppen var deres første kommentar om emnet at det da bare var nogle kanaler der kan komme vand igennem.

Det viser sig altså, at de emner som eleverne tror de har styr på rummer mange niveauer og at de i undervisningen kun er blevet introduceret til den synlige del af isbjerget. Det betyder samtidig, at emnerne til rapporterne har taget udgangspunkt i, for eleverne, kendt viden og, at der er blevet fyldt

ovenpå et fundament, hvilket har gjort det nemmere for eleverne at internalisere den nye information i deres eksisterende viden (Wertsch, 2002). Denne oplevelse af at mestre dele af emnet og selv styre den proces, hvormed de opsøger og tilegner sig ny viden er en vigtig faktor når en situationel interesse skal fastholdes (Mitchell, 1993).

Det at eleverne har konstateret, at der alligevel er ting indenfor emnet, de ikke havde styr på, har også i sig selv været med til at fastholde interessen for opgaven for som Tina siger: *"Jeg har følt i hvert fald, at jeg har haft lyst til .. hvordan hænger det her egentlig sammen?"*. Hun har altså fået lyst til at få styr på emnet og dets relation til helheden, hvilket har givet hende en indre motivation, hvor hun ikke har oplevet nogen forskel imellem den opgave hun *skulle* udføre og den opgave hun havde *lyst* til at udføre (Krapp, 2002).

Eleverne fra de grupper der skrev om Na^+/K^+ -pumpen og vandkanaler giver udtryk for at de synes emnet var godt nok, de ville bare gerne have haft en bedre forklaring på, hvordan deres emne hang sammen med forestillingen:

"Det synes jeg var meget godt, at man ligesom fik fordybet sig i et emne. Det mindre gode er jo så at, jeg kan ikke se, hvordan så meget at en Na^+/K^+ -pumpe hænger sammen med de liposomer, som skulle helbrede kræft. Den kan jeg ikke så godt se. Jeg ved de er i en normal cellemembran, men de er jo ikke i de der kemiske cellemembraner[hun henviser til liposomer] så det er lidt svært at se sammenhængen. Men jeg synes det var meget godt ligesom at finde ud af, hvad er, altså de her små, små bitte ting. Hvad er en cellemembran og hvorfor er det så vigtigt, at vi har det, at det faktisk er baggrunden for alt liv, at vi har de hersens cellemembraner." (Britta)

"Jeg synes også jeg havde det lidt svært ved forestillingen, med hvad vandkanaler har med det at gøre" (Anja).

Til gengæld kommer både Simon og Anja, der begge er fra vandkanalgruppen, med positive kommentarer om de krav jeg havde stillet til deres rapport og Simon nævner desuden, at han synes det materiale de havde fået udleveret til deres emne passede godt til de krav jeg havde stillet til rapporten:

"Det synes jeg var meget fint. Så havde vi noget, vi kunne holde os til men vi kunne samtidig også gå uden for det og selv finde noget." (Anja)

"[D]a vi fik aquaporiner [vandkanaler] de to første timer brugte vi bare på at sidde og læse og så: Hvad skal vi gøre her, vi forstår det ikke, og så blev vi ved med at læse, og så til sidst, begyndte det så at komme ind, men spørgsmålene [rapportkravene] har været gode i forhold til det materiale vi har fået udleveret, så der har ikke rigtig været noget irrelevant[...] det har ikke været sådan, hov hvad skal vi bruge det til, smid det væk." (Simon)

Det viser sig altså, at de krav jeg stillede til rapporten var nogle de havde en realistisk mulighed for at løse, hvilket også bidrager til at fastholde interessen.

Flere af eleverne kommenterer også, hvordan det tidsmæssigt har været at skulle skrive rapporten, særligt i forhold til de projekter de var i gang med i deres andre fag. Det viser sig, at Simon har følt sig meget presset:

"Stressende, det synes jeg det har været. Meget presset. Men vi har også haft en masse andre ting, vi skulle have set til lige nu, så det er måske ikke lige det bedste tidspunkt, I har ramt på, men jeg kunne godt forestille mig, at på et andet tidspunkt, så kunne vi være gået lidt mere i dybden med det. Lige nu har vi historie, dansk historie vi skal til at sidde og finde ud af, og så har vi haft nogle fremlæggelser i dansk, og AT forløb ud over det her, så det er måske ikke lige det bedste tidspunkt, men ellers så har det været et godt forløb. (Simon)

Jeg besluttede mig for at forfølge dette i de næste interviews, for at få et mere nuanceret billede af elevernes kontekst i den pågældende periode og spørger derfor Tina og Johanne om de har følt sig pressede undervejs i projektet, hvortil de svarer:

"Æhh, nej ikke meget. Jeg synes, sådan nu er der jo også andre ting, og sådan. Nej, det synes jeg egentlig ikke. Lidt har vi da, eller sådan ligesom, man plejer. Bare ligesom til en almindelig aflevering. Så er det jo også forskellig, hvordan man er - hvor perfektionistisk man nu er. Men altså der er da blevet arbejdet med det derhjemme." (Tina)

"Altså jeg synes det var rigtig godt. Det synes jeg virkelig. Også det, at vi selv måtte vælge grupperne og at vi fik så mange timer til at lave det, og at jeg synes overhovedet ikke vi følte os pressede overhovedet. [Biologilæreren] han har virkelig - han gav os rimelig mange timer til at lave det, så det var sådan: ok, så fik jeg en god rapport, og så har man tid til at tænke over tingene, og så - vi har været rimelig meget pressede her på det sidste, sådan 2.g. og midt i 2.g. og en hel masse ting og afleveringer, så - jeg synes det var rigtig godt". (Signe)

Det viser sig altså, at de to piger, fra hver deres gruppe, ikke har følt sig pressede i samme udstrækning som Simon. Men spørgsmålet om, hvad elevernes kontekst egentlig var i den periode de arbejdede med projektet, er meget relevant. Det viser sig nemlig, at klassen samtidig med Aktion 2 arbejdede med et AT forløb i dansk og historie, hvor de arbejdede i de samme grupper og ligeledes skulle aflevere en rapport og lave mundtlige fremlæggelser, om end for hele klassen. Dette havde uden tvivl indvirkning på elevernes overskud til at arbejde med rapporten i deres fritid og eleverne har derfor overvejende arbejdet på rapporterne i de timer der var afsat i biologi, hvilket også fremgår af Signe og Tinas kommentarer. Det er desuden muligt, at nogle af eleverne kunne være kørt træt af samarbejdet i gruppen, om end ingen har givet udtryk for dette overfor mig. Man skal som forsker huske på, at det fag man observerer blot er et i rækken af op til syv fag eleverne har den dag. Faget fylder ikke det samme i elevernes liv som det gør hos forskeren i den periode man observerer og jeg tror ikke det er ualmindeligt, at eleverne først tænker på faget/projektet, når de mødes i klasselokalet og læreren har bragt ro på eleverne.

Jeg vil slutte denne gennemgang af rapporterne med konklusionen fra den gruppe, der skrev om LiPlasomer, som ses i figur 11.3. Deres konklusion rummer både et kort resumé samt en lille evaluering af hele projektet, som de alt i alt synes har været godt og spændende. Generelt vil jeg konkludere, at eleverne i 2.N har været engagerede i rapportarbejdet og meget interesserede i at lave en god rapport, og har følt sig godt guidet af de tre rapportkrav jeg havde til hvert emne, og i stand til at mestre opgaven. Jeg vil nu gå videre med analysen af fremlæggelserne af rapporterne i matrixgrupperne.

Konklusion

I løbet af dette forløb fandt vi ud af, at LiPlasomer (liposom m. medikament), virker som et lovende middel. Det er blevet testet på mus, hvor det har vist sig at virke, men skal først testes på mennesker i sommeren 2007, og det er her det tæller.

Forløbet var sammenkoblet af 3 fag; Biologi, fysik og kemi, hvilket virkede udmærket. Vi fik lært sammenhængen med det hele, og fysikforsøgene hjalp os, med at få en lidt større forståelse af de forskellige virkninger og virkningskræfter.

Alt i alt synes vi det har været et godt og spændende forløb, men desværre var der ikke særlig meget stof om vores emne; LiPlasomer, da det er forholdsvis nyt.

Figur 11.3 Konklusionen fra gruppen, der skrev om LiPlasomer

11.3 'Matrixfremlæggelser'

Klassen har haft nogle meget positive oplevelser med at skulle fremlægge i matrixgrupper, hvilket de ikke har prøvet før. Det kan således betragtes som en intervention i sig selv, og deres oplevelser med arbejdsformen kan være en bias i tolkningen af, hvor meget deres evaluering af denne del af projektet kan tilskrives forestillingen.

Eleverne vurderer eksempelvis, at de lærte mere ved at sidde i små grupper:

"og jeg synes også jeg lærte meget af bare at høre de andre, fordi vi bare i den her gruppe, vi kunne bare høre hvad hinanden sagde. Det synes jeg bare er en god måde at fremlægge på." (Britta)

"Altså man kunne faktisk godt forstå det når man sidder sådan i en gruppe sammen, for så kan man bare spørge ligeud, hvis der er noget, man ikke forstår, end hvis der er helt vildt mange." (Emma)

"Det synes jeg faktisk det var en god måde at gøre det på. Jeg synes, jeg forstod en del mere end hvis det var sådan en der fremlagte ved tavlen og sådan. Det var også hyggeligt at sidde på den måde, sådan 5 personer og så bare snakke om det man havde fundet og sådan, der var også mange af de samme ting, man havde fundet - cellemembraner og sådan. Man kunne også trække nogle tråde mellem emnerne. Det var en god måde at gøre det på." (Johanne)

For Tina har det været en god udfordring at skulle fremlægge og stå inde for rapporten som helhed og ikke kun forholde sig til en del af rapporten – oftest de dele man selv har skrevet:

"Ja, men det synes jeg egentlig har været meget spændende. Det jeg synes har været fedt, som jeg egentlig - altså det der med at man har skullet hver især ud i de der matrix grupper og skulle fremlægge hele opgaven, for tit, når man står og fremlægger, så er det kun, så får man en lille brøkdelen, men det her har ligesom krævet, at man har skullet være sat ind i hele opgaven, fordi når man laver sådan en opgave, så er tidspresset, så kan det ikke

undgå at man siger nogle gange, du tager dig af det område, og jeg tager mig af det og sådan, for ellers kan man simpelthen ikke nå det. Det synes jeg har været rigtig godt, at man har skullet stå på egne ben og kunne forsvare den der opgave. Og så også det, at det har været mindre grupper, så det egentlig har været sådan mere dialog, eller hvor man har kunnet spørge, fordi det er også tit, når det bliver for stort, så får folk ikke spurgt, hvis der er noget, de er i tvivl om, eller hvis de ikke kan finde ud af det, men når der er de der mindre grupper, så får de ligesom - så er der en lidt bedre kontakt, synes jeg. Det synes jeg har været en rigtig god ting." (Tina)

Tina fortæller også, at der har været mere dialog i grupperne, hvilket også er en af de ting der fremhæves som noget positivt af Britta:

"Det synes jeg var fint, fordi så er der ikke det der med, at det var ligesom alle i klassen og lærerne, der hørte på en, der fremlægger og underviser og sådan. Men vi var i de der små grupper og ligesom fik en samtale i gang, ligesom lige, nej kan det være rigtig, jamen jeg synes, jeg har læst ... jamen i vores emne, der fik vi at vide sådan og sådan, jamen måske kunne det så være sådan, nåh ja, det kan måske godt være. Altså sådan, der var ligesom dialog, altså for hvert emne så kom de med deres viden, og så lige pludselig fik vi bygget op på et eller andet helt andet end det vi havde samlet. Vi fik det ja, på et højere niveau på en eller anden måde. En bedre sammenhæng i det hele. Det synes jeg var godt, at vi kunne sidde og diskutere lidt." (Britta)

Dorthe er den eneste af de interviewede elever, der ikke har brudt sig om at fremlægge i små grupper:

"Det synes jeg heller ikke lige er det fedeste, fordi man sidder også selv sådan lidt - ææh og så skal man lige finde rundt i papirerne og sådan noget, så kan jeg bedre lide, hvis man havde været en gruppe og havde stået oppe ved tavlen og stået der, så havde man heller ikke skulle fortælle hele de der 10 sider, man har lavet og prøve at finde ud af alt det der. Det er også temmelig meget." (Dorthe)

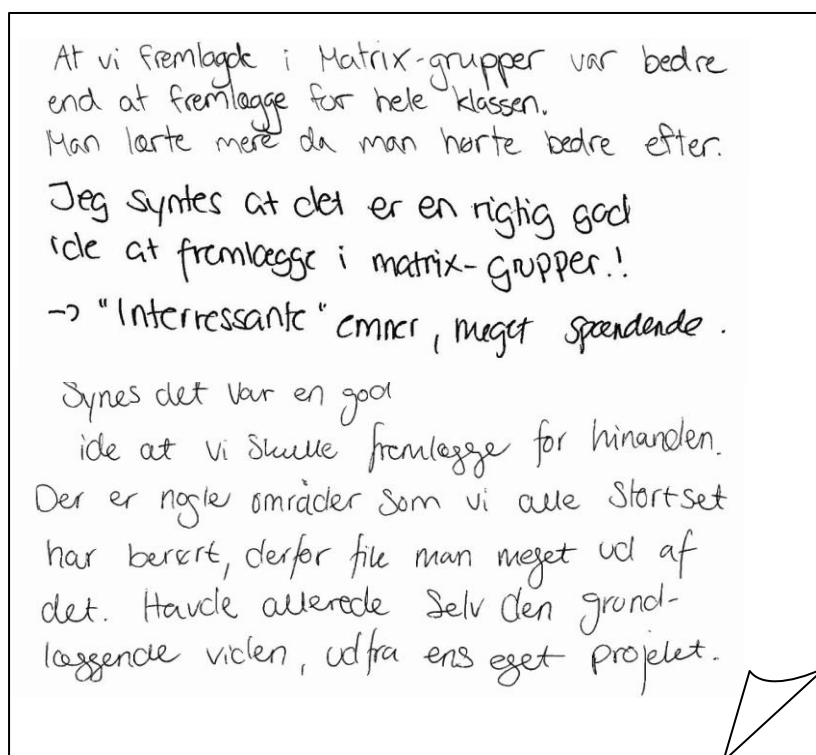
Det virker som om hun har manglet støtten fra de andre i hendes rapportgruppe, var utryk ved at sidde alene og synes det var voldsomt at fremlægge en hel rapport med alles øjne rettet mod sig, hvilket netop var tilfældet i de små grupper der skærpede elevernes fokus på fortælleren:

"[J]eg kunne også bedre lide bare at sidde og snakke til få, fordi man føler de hører efter. Når man står og fremlægger for klassen, så kan det godt, så kigger man lige på en som bare sidder zzzz så kan det godt blive sådan lidt, nå ok, er det så kedeligt at høre på. De andre virkede også mere interesserede, når man bare sidder i en lille gruppe." (Tine)

"Det synes jeg var noget af det bedste. Det synes jeg var rigtig godt, fordi normalt, når de bare kommer op til tavlen og fremlægger det, så er man sådan set lige glad, lige glad og lige glad, men man tager det ikke ordret, man tager det stille og roligt, man hører bare, hvad de siger, men når man er i en gruppe, så er man 3-4-5 personer, hvor man bare lytter til hinanden og så tænker, nåh ok, og så er der mere interesse, for man kan jo ikke lave alt mulig andet, når man kun er 3-4 personer, så det var helt vildt godt. Også at man får lov til at sige noget alle sammen, og man lytter til hinanden, og får lært noget." (Signe)

Der er nogle gennemgående ting som eleverne nævner i forbindelse med matrixfremlæggelserne, hvoraf det sociale element er en vigtig faktor, og tilmed en 'Catch'-facet. Eleverne er helt overordnet meget glade for, at de skulle fremlægge i grupper, men der er flere forskellige ting der begrundes deres positive holdning til fremlæggelsesformen. De fleste føler, at det var rarere kun at skulle fange opmærksomheden fra 4-5 klassekammerater, en oplevelse, der går fint i tråd med manges kommentarer om, at de bedre har kunnet koncentrere sig om at lytte, fordi det var mere intimt. Tine nævner direkte, at det blev mere interessant alene det, at de skulle fremlægge i små grupper: *"når man sidder 6 i en gruppe og man sidder omkring et bord, og de sidder og fortæller til en, så hører man jo efter, og så er det også lidt mere interessant, så det var en god måde at fremlægge det på"*. Der er også flere der føler de bedre kunne stille spørgsmål når der var noget de ikke forstod og dermed lærte mere, andre igen synes det har været rart at de kunne fremlægge en helhed og ikke kun en lille del af en opgave. Flere af eleverne fremhæver dialogerne om de forskellige emner som noget rigtig godt, fordi de kunne trække tråde imellem emnerne eftersom det hele havde forbindelse til et overordnet emne.

I figur 11.4 ses Tines, Tinas og Marias håndskrevne kommentarer fra statusspørgeskemaet. Både indholdet i kommentarerne og alene det at de valgte at skrive en kommentar, bekræfter at de har været meget glade for at fremlæggelserne foregik i matrixgrupper.



Figur 11.4

Kommentarer til de mundtlige fremlæggelser i matrixgrupper.

Tines, Tinas og Marias håndskrevne kommentarer fra de statusspørgeskemaer, der rettede sig mod de mundtlige fremlæggelser.

11.3.1 Matrixgruppe C

Jeg har valgt at transskribere fremlæggelsen fra den matrixgruppe, der havde en diktafon liggende på deres bord, da denne optagelse er af langt bedre lydmæssig kvalitet end de videooptagelser jeg har fra de andre grupper. Desuden består gruppen af fire af de elever, der medvirkede i et individuelt interview, og dermed har jeg et lidt større kendskab til eleverne, hvilket er en fordel når resultaterne skal analyseres og tolkes.

Der er seks elever i matrixgruppe C: Tina, Rikke, Solvej, Tine, Signe og Simon, hvoraf Tina, Signe, Tine og Simon er blevet interviewet. Fra statusspørgeskemaet der retter sig mod fremlæggelsen i matrixgrupper ved jeg, hvordan eleverne har haft det med at fremlægge for hinanden og hvor meget de hver især vurderer, at gruppen talte om forestillingen. Resultaterne kan ses i tabel 11.3.

Tabel 11.3 Eleverne i matrixgruppe C og deres oplevelse med fremlæggelserne

Elev	Emne	Hvad synes du om at fremlægge for de andre?*	Hvor meget talte I om forestillingen?***
Tina	Enzymer	1	2
Rikke	Na/K-pumpen	2	2
Solvej	LiPlasomer	1	5
Tine	Fedtsyrer	2	2
Signe	Kolesterol	1	2
Simon	Vand-kanaler	2	5
Mean (STDEV) matrixgruppe	(n=6)	1,60 (0,55)	3,20 (1,64)
Mean (STDEV) klasse	(n = 23)	2,04 (0,75)	3,58 (1,31)

*1=Meget godt, 2=Godt, 3=Hverken eller, 4=Ikke så godt, 5=Dårligt)

**1=Rigtig meget, 2=Meget, 3=Hverken eller, 4=Lidt, 5=Slet ikke

Generelt var klassen positiv omkring fremlæggelsen i matrixgrupper, hvilket både fremgår af kommentarerne i de individuelle interviews, som jeg gennemgik i det foregående afsnit, samt af resultatet fra statusspørgeskemaet, der viser, at klassen overordnet synes det var 'Godt' at fremlægge for hinanden, da gennemsnittet var 2,04 (+/- 0,75).

Jeg har i min analyse af fremlæggelsen fokuseret på de passager, hvor forestillingens faglige indhold inddrages og specielt på den diskussion gruppen har i forlængelse af fremlæggelsen fra LiPlasomgruppens repræsentant; Solvej. Eleverne i gruppen er gode til at lytte til hinanden og komme med



Figur 11.5 På billedet ses matrixgruppe C, i gang med deres fremlæggelser.

opmuntrende bemærkninger. Der er flere af eleverne, der er usikre på om, de skal gennemgå det om cellemembranen, som de havde forberedt, da det allerede er blevet gennemgået af en anden i gruppen, men de opfordrer hinanden til at sige det, de havde forberedt, uanset hvad. På den måde viser de også både respekt og tålmodighed overfor hinanden i gruppen. Hver fremlæggelse afsluttes med klapsalver og kommentarer som, *”det var rigtig godt”* og *”det klarede du godt”*. I figur 11.5 kan man se et billede af matrixgruppe C, der er i gang med de mundtlige fremlæggelser.

Tina lægger ud med sin gennemgang af emnet enzymer, og knap seks minutter inde i fremlæggelsen, retter hun fokus mod forestillingen og forklarer, hvordan hendes emne hænger sammen med de magiske kugler:

Tina: ”Grunden til, at enzymer de er så relevante i det her med de magiske kugler, det er jo fordi, som vi også har været lidt inde på, det med de der liposomer. Og der er de utrolig smarte fordi, at inde i kræftceller, der er det sådan, at der befinder sig en stor koncentration af øhm... phosphorlipase [flere elever siger ordet phosphorlipase i munden på hinanden], som er enzymer, som nedbryder phosphorlipider, som er det cellemembranen i et liposom og cellemembranen generelt er opbygget af[...]Men det, der så er meget interessant, det er forskellen på en almindelig celle og en kræftcelle. En kræftcelle den vil gerne, hvad skal man sige, formere, den formerer sig uhæmmet, eller den, øh, den breder sig uhæmmet, og den proces den kræver utrolig meget energi og derfor, den energi den gerne vil ha’ det er eller den vil gerne have energi i form af ilt, så derfor så har den travlt med hele tiden og få dannet en masse blærer, og de blærer de gør, at selve dens membran den er mere sårbar og derfor har de her liposomer, de har nemmere ved at trænge ind. Og så samtidig med, at der er flere af de der phosphorlipase i kræftceller end der er i normale celler...”

Tina gennemgår noget mere generelt om lipaser og afslutter sin fremlægning med:

Tina: ”Der findes forskellige former for den her phosphorlipase og det afhænger egentlig af, hvor på molekylet det går ind og foretager den her katalysering og så er det at dem i kræftceller der går ind og fjerner den ene fedtsyre.”

Signe: ”Nååeh”

Signes udbrud viser, at det Tina fortæller, giver mening for hende, og har afklaret noget hun ikke havde fået styr på.

Nu gennemgår Rikke sit emne om Na^+/K^+ -pumpen og forklarer ligeledes lidt om cellemembranens opbygning, men kommer ikke ind på forestillingen. Derefter overtager Solvej og lægger ud med at fortælle, at det er et helt nyt emne og at gruppen derfor har haft meget svært at finde noget materiale de kunne bruge. Derefter fortæller hun om, hvad LiPlasomer egentlig er:

Solvej: ”Det er sådan nogle phosphorlipider, som er et fedtstofmolekyle og som i sagde, det har både en hydrofil og en hydrofob ende og der der sker det her selvorganisering af dem når de kommer i vand, hvor de hydrofile vender mod vandet og omvendt [de andre i gruppen siger samstemmende ja] Og så på den måde, så bliver der dannet de her liposomer. Så kommer vi til LiPlasomer. LiPlasomer det er bare

det samme som liposomer, men forskellen er bare at LiPlasomer er kamouflerede liposomer, og det betyder så, at de her liposomer de bliver, at man sætter nogle kulhydrater på og når man så indsprøjter det i kroppen så vil alle vandmolekylerne komme og samle sig rundt omkring liposomet og så til sidst så kommer den til at ligne et stort vandmolekyle og på den måde, så vil immunforsvaret ikke opdage den og derfor vil den heller ikke, hvad hedder det, danne antistoffer imod LiPlasomet. Og det er det der er det smarte ved det her LiPlasom"

Herefter fortæller hun kort om phosphorlipase A2, og refererer til Tinas præsentation og siger, at hun har prøvet at tegne en tegning af processen, da hun ikke kunne finde et billede af det, hvilket de andre morer sig lidt over, da de ser den.

Solvej: "Så kommer det her enzym og klipper det i to stykker."

Tine: "Altså det er halen de klipper i to stykker ik' og?"

Solvej: "Ja altså så det bliver til to dele, og så bliver det til sådan en trekant og de har en teori om at den her trekant den går ind og borer ind i cellemembranen [de andre griner, en siger wow] så det er medicin det kan komme ind i cellen. Men de er ikke sikre på at det er det der sker [de griner igen] men de har bare den teori om at det er det der sker når enzymet det går ind og klipper de her lipider."

Solvej: "Ja. Så skal i lige høre. De er nået til den præ-kliniske fase, det er der hvor man afprøver medikamentet på dyr, og de har prøvet at bruge det på mus til forsøgene, og det har virket. Man har åbenbart taget en kræftknode og kommet det ind i en mus og så har de prøvet det her med liplasmer på musen og så har den virkelig fjernet kræftcellerne helt."

Tina: "Så den dræber ikke de normale celler? Kun kræftcellerne?"

Solvej: "Nej, det er det der er det geniale ved det. Den ødelægger ikke andre celler, de rask celler, men kun kræftcellerne."

Solvej: "Og så hørte vi også noget om at til sommer der ville de prøve at prøve det på mennesker i Holland"

Dette er en direkte reference til forestillingen. Rikke har dog ikke opfanget det under forestillingen, men hun er også en af dem, der synes forestillingen var både lang og kedelig og derfor mistede hun koncentrationen, hvilket hun fortalte i et gruppeinterview (Kapitel 8, afsnit 8.2).

Rikke: "På mennesker i Holland?"

Tina: "Hvorfor ikke i Danmark?"

Solvej: "Det ved jeg ikke."

Tina: "Altså når det er de er ved at undersøge det her og sådan noget, på universitetet i København"

Simon: "Det har noget med menneskerettigheder og så videre og så videre. I Holland der må man også lave dødshjælp og det der."

Rikke: "Og så tager man bare til Holland" [de griner og taler i munden på hinanden]

Tina: "Og det får de så penge for altså dem der så?"

Solvej: "Det ved jeg ikke, det må de gøre"

Rikke: "Det må de jo gøre jo"

Signe: "De kan bare komme over til mig – ej ok."

[De griner igen og snakker i munden på hinanden om, at så skal hun have sprøjtet kræftceller ind i sig]

Simon: "Tror i ikke bare det er sådan noget tilbudshjælp de får?"

[Flere svarer jo]

Simon: "Hvis man alligevel får at vide at man skal dø, så kan man jo ligeså godt bare prøve jo."

Signe: "Du får lige en million inden du dør"

Nu spørger Simon til de andres tre rapportkrav og fra de individuelle interviews ved vi, at han har følt sig ret presset under rapportskrivningen og noget tyder på, at han mente, at kravene til hans gruppe, vandkanalgruppen, var hårdere end de andres. Men efter de har opridset deres krav, afslutter han med et: "Nå ok", og virker godt tilfreds med svarene.

Solvej har en figur tilbage hun gerne vil gennemgå:

Solvej: "Men så har jeg bare sådan en lille graf her. Det her er en kræftcelle, og den bliver ved med at udvikle sig, men når man så prøver, bare med liposomer og ikke LiPlasomer og så sprøjter det ind så falder kræft, altså fremstillingen af kræftceller, de falder lidt. Men når man så prøver det med LiPlasomer, så falder de faktisk helt, så det hjælper faktisk meget, det er i mus de har vist, hvordan de falder helt med de her LiPlasomer."

Signe: "Så må vi håbe, at der sker det samme med mennesker".

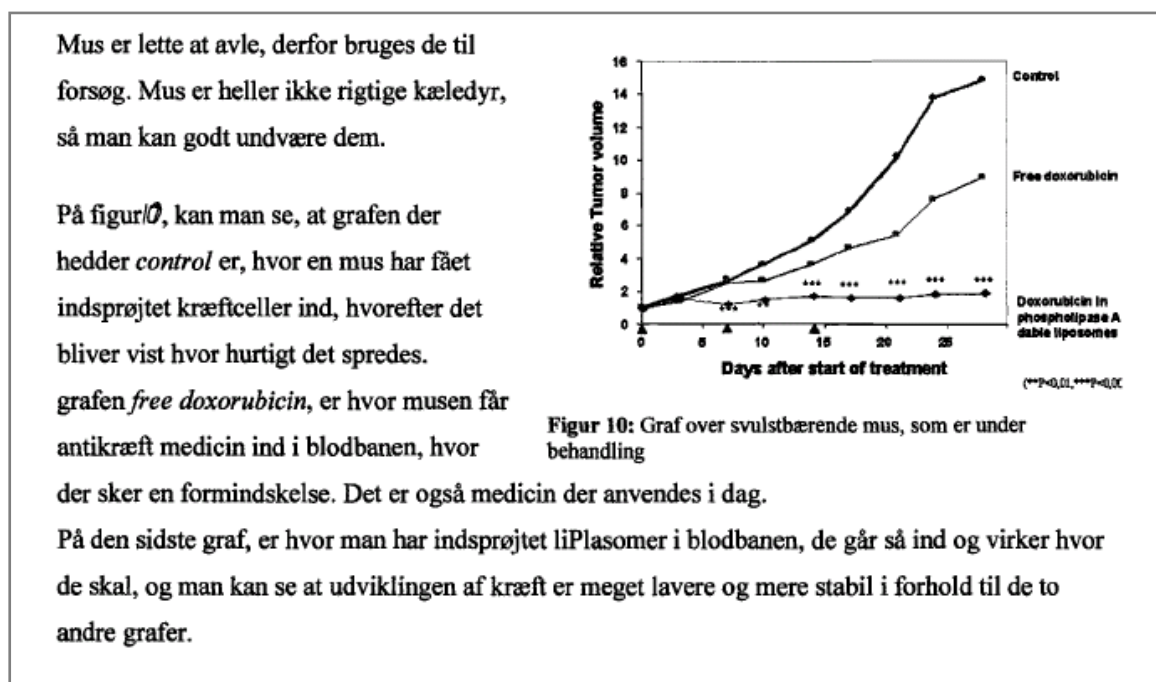
[Ja siger alle og de griner igen]

Den graf, Solvej viser gruppen, indgår også i LiPlasomgruppens rapport, hvoraf man kan se et uddrag i figur 11.6. Figuren viser resultaterne af et forsøg på oncomus, som er blevet behandlet med enten kemoterapi i fri form eller kemoterapi indkapslet i LiPlasomer. Grafen er en afbildning af det relative tumorvolumen som funktion af antallet af dage, hvor musene har modtaget behandling med kemoterapi. Den øverste kurve viser resultaterne for kontrolmusene, den midterste kurve for frit kemoterapi, mens den nederste kurve, hvor tumorvolumen er stort set uændret viser resultaterne fra de mus, der blev behandlet med LiPlasomer ladet med kemoterapi.

I *Den Magiske Kugle* henviser Jonas netop til resultaterne fra grafen i det han fortæller:

"Rent praktisk, så gør man det, at man tager cancerceller fra et sygt menneske og sprøjter det ind i musen. På den måde, så skaber man svulster i musen, som man nu kan prøve at behandle med de her magiske kugler. Det har LiPlasome gjort, og resultaterne de viste, at man ikke alene stoppede cancerens vækst fuldstændig, men der kom heller ikke nogen bivirkninger. Det er ret imponerende, og da de fremlagde det på nogle konferencer i USA, så

blev det modtaget med så stor interesse og entusiasme, at det har skabt en helt særlig stemning på LiPlasome. Det er nu bevist, at det virker i dyr og der står bare tilbage at bevise at det virker i mennesker, og de forsøg, de begynder til sommer.” (Linie130-137)



Figur 11.6 Uddrag af rapport om LiPlasomer, hvori der gennemgås en graf med resultaterne fra et dyreforsøg

Den stemning Jonas fortæller, at resultaterne skabte på LiPlasome kan til en vis grad også findes blandt de elever, der har skrevet om LiPlasomer. Grafen har gjort et stort indtryk på dem, den har konkretiseret virkningen af LiPlasomerne, hvilket fremgår af Emmas kommentar under det individuelle interview:

”vi så også en graf, hvor de viste musen der havde fået det der LiPlasom ind i sig og så - først så hvis den ikke havde fået det, så ville den hælte rigtig meget op og hvis den bare havde fået almindelig anticancermedicin så hældede den ikke så meget, og så når den havde fået det der så ville den gå næsten lige, så viser det jo også at det egentlig virker”(Emma)

Solvej er nu nået til en gennemgang af faserne ved kliniske forsøg:

Solvej: ”Når man går ind til de kliniske forsøg, der er der fire faser. Der starter man først med frivillige forsøgspersoner. Det skal være nogle raske mennesker. Og øh.”

Tina: ”Raske?!”

Solvej: ”Ja”.

Tina: ”Hvorfor det?”

Solvej: ”De vil observere, hvordan det her virker på en rask krop. Og så kommer der patienter, det er så dem personer der har sygdommen og så prøver man det på en

stor gruppe. Og så til sidst så kommer det ud på markedet. Så bliver den godkendt hvis den virker."

Rikke: "Hvad så hvis det ikke virker, når man når derved til, til tredje?" [griner]

Solvej: "Ja det er så spild af penge"

Signe: "Ja, nu har man lige brugt ti år eller hvad sagde du? Siden tresserne?"

[De snakker i munden på hinanden om hvor vildt det er]

Solvej: "Jeg synes faktisk det er genialt at man egentlig har fundet frem til noget der kan helbrede kræft."

Tina: "Jeg synes bare, sagde de ikke i det der stykke, at det der er problemet indtil videre det er at man har lavet de der plasma-liposomer, eller hvad du kalder dem, men at man ikke helt har fundet ud af hvordan man helt kan åbne dem. Er det ikke?"

Rikke: "Jo var der ikke noget med at der var noget med det der åbningshalløjsa."

Signe: "At når de kom hen til cellen så ville de ikke rigtig åbne sig eller også såee"

Solvej: "Ja, men der var så noget med alligevel at de her enzymerne de kan åbne.."

Tina: "Ja, men jeg synes bare, at der blev sagt, at det alligevel gav nogle problemer. At det ikke var så simpelt alligevel."

Signe: "Men jeg kan ikke forstå så at de bare siger at så skal de prøve det på mennesker til sommer. Det kan de jo ikke gøre hvis de.."

Rikke: "De vil jo nok bare prøve det og så finder de ud af hvad der er galt."

Solvej: "De var heller ikke sikre på at det var det der skete, det der med at de går hen og klipper de her phosphorlipider. De har bare en teori om at det er sådan det sker. Men de er heller ikke selv ret sikre."

Diskussionen har pludselig fået Rikke til at indse, hvor banebrydende hele fortællingen egentlig er, i dét hun udbryder:

Rikke: "Selvom de ikke har fundet ud af det der endnu, så er de fandme da alligevel langt fremme. Synes jeg."

Tina: "Ja der mangler jo ikke ret meget alligevel."

Rikke: "De er sindssygt langt fremme!"

Diskussionen er nu ved at nå sin slutning, det faglige får lov at træde i baggrunden og den menneskelige dimension af hele fortællingen får plads, da deres egne fortællinger om personer de kender, der har kræft trænger sig på.

Signe: "Der er en fra min lillesøsters klasse, jeg tror det var i 4. Eller 5. klasse der fik hun kræft i benet. Og hun døde."

Tine: "Ej. I femte klasse, hvordan fanden."

Rikke: "Det er eddermame når man får kræft så..."

Solvej: "Jeg kender også en, hun har en lillesøster der er 12 år og hun har leukæmi."

Tina: "Eeej." [De andre kommer med lignende udbrud]

Med dette slutter diskussionen og timen er gået. Dagen efter genoptages fremlæggelserne, dog uden den samme gejst som dagen inden. De fleste grupper bliver færdige før timen slutter, hvilket også er tilfældet for Gruppe C. Den dag er der ikke umiddelbart nogen referencer til forestillingen og jeg har derfor ikke taget denne del med i min analyse. Det lader til, at den situationelle interesse der blev skabt dagen før ikke kunne fastholdes. Man kunne overveje om dette skyldtes, at eleverne havde sagt det de kunne om forestillingen og en videre diskussion havde krævet, at de blev støttet af en mere erfaren person for at fastholde interessen (Hidi & Renninger, 2004). En anden mulighed er også at de næste fremlæggelser ikke inddrog forestillingen i særlig grad og derfor ikke gav anledning til at genoptage diskussionen om end jeg hælder til den første overvejelse.

I det individuelle interview kommenterer Signe den diskussion jeg har gengivet ovenfor:

"[D]et der med Liposomer - det synes jeg var helt vildt spændende, for det var ikke noget, vi havde haft om før, og da grupperne var inde og fremlægge det, da var det sådan helt: nå ok, hvordan kan det være, og hvornår kommer det ud på markedet, og hvornår prøver man på mennesker, det synes jeg var helt vildt interessant." (Signe)

Det er overraskende, at både Solvej og Simon har markeret i statusspørgekemaet, hvis resultater ses i tabel 11.3, at de overhovedet ikke har talt om forestillingen under fremlæggelserne i matrixgrupper, selvom ovenstående dialog viser det modsatte, hvilket de andre fire elever i gruppen også har markeret. Man kunne forestille sig, at Solvej ikke kan skelne mellem forestillingen og hendes eget emne, og derfor føler at det er indholdet i LiPlasomgruppens rapport, der har domineret samtalen. Simon har generelt ikke følt, at deres emne om vandkanaler har haft relation til forestillingen og var ikke specielt involveret i samtalen, hvilket kan være årsagen til hans markering i spørgeskemaet.

Det har uden tvivl været en meget fængende diskussion og jeg vil her kort redegøre for, hvad det er der gør eleverne engagerede i denne diskussion. Den første ting jeg vil fremhæve er den sociale stimulation ved situationen, hvor de sidder seks elever samlet om et lille bord og skal skiftes til at undervise hinanden. Alle er lige og det er i alles interesse at fremlæggelserne går godt. Alle i gruppe C kan desuden godt lide mundtlige fremlæggelser, så de har fra starten af en positiv indstilling til aktiviteten, og de skal oven i købet fremlægge noget de alle har syntes var interessant at arbejde med. En anden faktor er, at alle eleverne har en oplevelse af at kunne bidrage til diskussionen, hvorved den fremstår som meningsfuld for den enkelte elev. Emnet for diskussionen har også global relevans, da de snakker om de kliniske faser i udviklingen af en mulig kur mod kræft. Desuden er det muligt for eleverne at identificere sig med forsøgspersonerne, alene fordi de er mennesker. Da de afslutningsvis fortæller om deres personlige historier om kræftsyge personer er det børn der bliver nævnt, hvoraf den ene er død. Netop døden, og særligt børns død er ifølge Schank (1979) et af de emner, der kan sikre, at en fortælling har *interestingness*.

11.4 Sammenfatning af resultaterne fra Aktion 2

Aktion 2 består overordnet af tre aktiviteter nemlig rapportskrivning i grupper med seks forskellige emner, fysikforsøg og beregninger der relaterer sig til forestillingen og rapporterne samt mundtlige fremlæggelser i matrixgrupper.

Eleverne har været meget engagerede i rapportskrivningen og generelt glade for emnerne. Det har betydet meget for dem hvor godt de kunne relatere deres rapportemner til forestillingen, hvilket er lykkedes i rimelig grad i forhold til flertallet af emnerne. De er også tilfredse med rapportkravene, det udleverede materiale og at arbejdet har taget udgangspunkt i eksisterende viden.

De fysikforsøg eleverne har udført i løbet af projektet, har givet mening for eleverne og hjulpet på forståelsen af aktuelle fænomener som overfladespænding, selvorganisering og cellemembraners struktur. Eleverne har kunnet se en meningsfuld sammenhæng mellem fysik og biologi, om end fysik passende kunne have spillet en større rolle i projektet.

Den aktivitet der har fået den mest positive evaluering af eleverne er de mundtlige fremlæggelser i matrixgrupper. De har været glade for at fremlægge i små grupper og føler, at de har lært mere og har indgået i interessante dialoger om emnerne, hvortil alle i gruppen har kunnet bidrage med forskellige vinkler. Dette har skabt en rød tråd imellem emnerne med forestillingen som samlende faktor.

Aktion 2 har formået at forankre *Den Magiske Kugle* i elevernes egen praksis og gjort dem i stand til at indgå i meningsfulde diskussioner omkring forestillingen og naturvidenskabelige fænomener, der relaterer sig til forestillingen. Forestillingen har fungeret som den meningsskabende referenceramme i alle dele af projektet og jeg vil konkludere, at mit mål med Aktionen dermed er blevet opfyldt. Resultaterne i min undersøgelse viser, at der er et stort potentiale i at inddrage en naturvidenskabelig forskningsfortælling, der udfolder de historiske elementer, anvendelsesperspektivet og den personlige relevans i forhold til et overordnet emne, når der skal arbejdes med tværfaglige projekter i gymnasiet.

I det følgende kapitel skal vi nu se, hvordan det er gået med forankringen af forestillingen i elevernes praksis når det foregår ved hjælp af Aktion 3, som er et Opgaveløb på kun to timer og dermed væsentligt kortere end det 2 uger lange projektforløb, der blev præsenteret i dette kapitel.

12

Aktion 3 – Opgaveløb

Hvordan fungerer forestillingen som referenceramme under opgaveløbet? Hvad fortæller eleverne om opgaveløbet? Hvordan reflekterer eleverne over forestillingen under opgaveløbet og hvordan evaluerer de den samlede oplevelse?

I dette kapitel vil jeg gennemgå mine resultater fra databearbejdningen af mit udvalgte materiale fra Aktion 3. Jeg starter med elevernes kommentarer under interviewene hvorefter jeg diskuterer, hvordan opgaveløbet har fungeret sammen med forestillingen. Kapitlet afsluttes med en sammenfatning.

I analysen af mit datamateriale, de transskriberede interviews, der er gennemført ved hjælp af Q-metodologi, har jeg søgt efter *hvad* eleverne fortæller om opgaveløbet og *hvorvidt* opgaveløbet har faciliteret refleksion og dialog om forestillingen.

Under analysen fremkom følgende tre koder: 'Formen', 'Niveauet' og 'Refleksion'. Koderne er beskrevet i Tabel 10.1.

Tabel 12.1 Oversigt og beskrivelse af koderne til analyse af Aktion 3

Kode	Beskrivelse
Formen	Denne kode indeholder kommentarer om opgaveløbets anderledeshed i forhold til den almindelige fysikundervisning, herunder kommentarer om konkurrenceelementet, gruppearbejdet og selve strukturen af opgaveløbet.
Niveauet	Kommentarer der er blevet kodet med 'niveauet' rummer overvejelser om sværhedsgraden af opgaverne og hvilke kompetencer de skulle trække på under Opgaveløbet.
Refleksion	Kommentarer der viser at eleverne i samarbejde har arbejdet med forståelse af forestillingen og hvordan opgaveløbet har faciliteret disse refleksioner.

12.1 Interviews

Jeg vil i dette afsnit gennemgå elevernes interviews og anvender koderne til at give mig strukturen på afsnittet. Jeg slutter afsnittet med en sammenfatning.

'Formen'

Efter en gennemlæsning af interviewene blev det hurtigt klart, at eleverne i 2.S har haft en rigtig god dag, særligt fordi de var på Opgaveløb, som det også fremgår i elevkommentarerne herunder:

"Alt i alt så synes jeg det var en rigtig god dag" (Karen).

"Det synes jeg var rigtig godt" (Carmen).

"Jeg synes faktisk det var ret sjovt" (Anne).

"Min mor har jeg [fortalt om forestillingen]. Men det var nok mere det der O-løb. Det synes jeg var helt vildt sjovt. Det synes jeg var rigtig rigtig sjovt" (Mille).

Årsagen til, at de synes opgaveløbet var godt kan delvis findes i deres kommentarer, nemlig det at opgaveløbet var sjovt. Når noget er sjovt, bliver man automatisk engageret i aktiviteten, og det kan være med til at fange og fastholde en interesse for aktiviteten. Det lader til at selve opgaveløbet som aktivitet, er det interesseobjekt, elevernes interesse er rettet mod. Eleverne refererer, som oftest, til opgaveløbet som et "orienteringsløb" eller som Mille siger: O-løb, hvilket i princippet også er rigtigt, eftersom eleverne skulle finde posterne ved at orientere sig på kortet. Men, der var ikke en tidsfaktor med i konkurrencen, hvilket karakteriserer et orienteringsløb, og derfor har jeg valgt at kalde det for et opgaveløb. Samtidig får jeg understreget, at det er løsningen af opgaverne der er det væsentlige og ikke det at finde posten i sig selv. Men det, at eleverne skulle finde frem til posterne via et kort, har i sig selv været med til at fange og fastholde elevernes interesse, da denne aktivitet kan karakteriseres som både 'puzzles' og 'involvement'. Det var ofte en lille sejr, i sig selv, at finde posterne.

En anden forklaring på, at opgaveløbet vurderes som værende godt er, at det var anderledes:

"Det synes jeg var meget sjovt. Det var en meget anderledes måde at lave det end vi plejer, det har vi ikke prøvet, så det synes jeg faktisk var meget godt" (Lena).

"Det var også noget vi ikke plejede at lave i fysik og kemi" (Carmen)

"Det var meget rart at komme sådan lidt rundt" (Anne).

"Også det med at vi sådan blev delt ind på hold og skulle lave noget for sådan at løse det" (Anne).

"Altså at man sådan selv skulle prøve at huske de ting du havde lært. Det var bare lidt anderledes på en hyggelig måde i stedet for al det tavleundervisning" (Karen).

At opgaveløbet var hyggeligt henviser til det sociale element i, at de skulle gå rundt i grupper, hvilket flere af eleverne fremhæver som noget meget positivt:

"Altså hver gang det er noget andet, ligesom gruppearbejde det er noget andet end at sidde og høre på en lærer, så er det noget andet at komme ud og lave sådan noget der og så skaber det noget opmærksomhed, det skaber noget vilje til at prøve at besvare de der opgaver. Altså det er jo klart når der er noget konkurrence i det, det skærper ens interesse for det det gør det bare endnu federe" (Mikkel).

"Det der med at man er i grupper og man skal konkurrere med hinanden, så gør man også lidt mere ud af det, så det synes jeg var en god måde at gøre det på" (Lena).

Mikkel og Lena kommenterer, at konkurrencen var med til at gøre det endnu bedre og Mikkel siger direkte at *"det skærper ens interesse for det"*. Han udtrykker altså, at konkurrencen har været med til at skærpe hans interesse. Jeg tolker konkurrencens betydning således, at den i første omgang har været med til at fange elevernes interesse. Dernæst har konkurrenceelementet været med til at fastholde interessen for løbet, også når opgaverne var svære. Der ligger altså både 'Catch' og 'Hold' potentiale i konkurrenceelementet.

En sidste ting, der fremhæves som noget anderledes, på den gode måde, var, at de skulle bevæge sig rundt på gymnasiet for at finde posterne. Dette havde de aldrig prøvet før, de var vant til at sidde i klasselokalet eller rundt om et bord i fællesområderne, når der skulle løses opgaver:

"Det var også mere spændende at skulle ud og løse nogle opgaver end bare at få opgaverne på papir og skulle sidde og løse her" (Henrik).

Stinne: "Var det bedre at være på orienteringsløb end bare at have siddet i klassen og så skulle løse dem?"

Mille: "Ja det synes jeg. Også det der med at man er i grupper og det er en konkurrence og sådan noget det betyder bare helt vildt meget. He. At man konkurrerer [griner]".

Milles afsluttende grin, får mig til at konkludere, at den mest afgørende årsag til, at det har været et sjovt Opgaveløb er, at grupperne konkurrerede om at vinde. Derefter kommer anderledesheden i, at det var et opgaveløb og ikke et ark med opgaver de skulle løse i klassen, hvilket havde været en mulig måde at gennemføre alle posterne på, på nær Post 1, hvor de skulle "lege" med vand og overfladespænding.

De faktorer der, ifølge Mitchell (1993), er med til at fange en interesse er netop arbejdsformer, der er anderledes end de arbejdsformer eleverne er vant til fra de pågældende fag, i hans undersøgelse er det 'puzzles', 'computers' og 'group work' i matematikundervisningen. I mit tilfælde er det 'gruppearbejde' og 'opgaveløb', der er anderledes og derfor fanger interessen.

'Niveauet'

Fire af eleverne kommenterer sværhedsgraden i opgaverne, men ikke nødvendigvis som noget negativt:

"Jeg synes der var store variationer i sværheden. Det der nede i kælderens, hvor man skulle regne det ud med cellevæggen, det kunne vi ikke lige i min gruppe" (Karen).

"Jeg synes det var fint nok, men vores gruppe havde svært ved at forstå nogle af spørgsmålene rigtigt" (Henrik).

"[N]ogen af opgaverne var sværere end vi lige var vant til, så man blev virkelig udfordret synes jeg" (Mille).

Karen og Henrik synes det har været frustrerende, at der var nogle af opgaverne, der var for svære for gruppen at løse. Jeg ved dog ikke, om det er fordi de gerne ville mestre opgaven, eller de bare gerne ville have pointene for opgaven. Mille synes til gengæld at det har været fedt at blive udfordret på den måde. Jeg fristes til at konkludere, at de som samfundsvidenskabelig klasse ikke er vant til at blive udfordret i den udstrækning indenfor de naturvidenskabelige fag, da de simpelthen ikke har ret mange af disse fag, og dem de har, er på C niveau. Eftersom det for Mille er positivt at de blev udfordret, har hendes gruppe sandsynligvis kunnet løse opgaverne, og følt at der var noget de bemestrede. De har følt sig 'empowered' (Mitchell, 1993) og har derigennem fået fastholdt deres interesse for opgaveløbet.

'Refleksion'

I de foregående to koder er forestillingen ikke blevet inddraget i elevernes kommentarer, men koden refleksion rummer derimod mange kommentarer om forestillingen i forhold til opgaverne i Opgaveløbet. I følgende udveksling med Jane under interviewet, er det tydeligt, at hun har følt at forståelse af forestillingen var en forudsætning for at kunne løse opgaverne:

Jane: *"Det var faktisk godt. Det var faktisk meget skægt, men det viste så også, at hvis man ikke havde forstået alt i den, der film så var det faktisk lidt svært, når der var sådan nogle løse ender".*

Stinne: *"Det var ikke sådan noget i kunne snakke sammen om i gruppen?"*

Jane: *"Jo, det kunne vi for så var der nogle ting som den ene ikke kunne og så havde de andre svaret og sådan noget, men der kom vi også ind på det der med at det egentlig ikke var så meget fysik synes vi. Men det er måske også bare os, fordi vi er den klasse, der ikke har haft fysik".*

Når Jane siger: "når der var sådan nogle løse ender" henviser hun til de steder i fortællingen, hvor hun ikke har formået at justere sin horisont, hvilket har efterladt hende med forståelsesmæssige uklarheder. Gennem svaret på mit spørgsmål viser hun til gengæld, at gruppen i samarbejde har kunnet finde frem til svaret, hvilket netop er essensen i Bruners 'samarbejdende læring'. I samme ombæring nævner Jane også, at hendes gruppe havde talt om, at der ikke var ret meget fysik i forestillingen. Til det konkluderer hun, at det godt kan være, at de ikke kunne se fysikken, da de ikke har haft ret meget fysik, og måske derfor ikke er helt klar over, hvad der er fysik og hvad der ikke er. I den forbindelse vil jeg fremhæve, at selv de naturfaglige elever har haft svært ved at finde fysikken i forestillingen, hvilket skal begrundes med, at den handler om et grundforskningsprojekt indenfor biofysik, og at biofysik ikke indgår i pensum for fysikfaget i gymnasiet, uanset hvilket niveau man har faget på.

Carmen og Sanne har, ligesom Jane oplevet, at gruppen har kunnet bidrage til en samlet forståelse og samtidig kommenterer de, at forestillingen blev repeteret ved hjælp af Opgaveløbet, hvilket de synes var en god måde at få styr på det hele på:

"Og man kom også til at tænke over det, også det at man var i en gruppe så kunne alle lige huske lidt forskelligt fra den og så fik man lige opsummeret igen og talt lidt om nogle ting, så jeg synes det var rigtig godt at have det efter" (Carmen).

"Orienteringsløbet hjalp med at huske det. Det den ene ikke kunne huske det kunne en anden så" (Sanne).

Karen, Lena, Thea og Henrik har også oplevet det som en positiv måde at få reflekteret over forestillingen på:

"Man kommer til at huske nogle af de ting man har set i filmen som man ikke ville huske ellers" (Henrik).

"Det hjalp rigtig meget, også at man fik opfrisket nogle ting. Så det synes jeg det var meget godt" (Thea).

"Jeg kunne også godt lide det der med, at man skulle besvare spørgsmål og se, hvor meget man kunne huske, så man lige fik teatret vendt igen" (Karen).

Stinne: *"Hjalp det dig til at forstå noget af det, de havde fortalt i forestillingen?"*

Lena: *"Ja det synes jeg for så fik man ligesom genopfrisket nogle af de ting de havde sagt, og at man ligesom skulle bruge det til et eller andet. Så forstod man det lidt bedre for nogen gange når de bare står og snakker så får man ikke lige det hele med".*

Anne har en lidt anden vinkel på det, at Opgaveløbet tog udgangspunkt i forestillingen, nemlig at det retrospektivt gav mening for hende, at hun skulle se forestillingen:

"Det var jo også sådan, at nogle af de spørgsmål vi fik, dem havde vi hørt noget om i filmen og sådan noget der, altså så føler man jo, at man kan bruge det til noget" (Anne).

Dette giver forestillingen og aktionen omvendte roller i forhold til mit udgangspunkt, da Anne betragter Opgaveløbet som det der gjorde forestillingen meningsfuld, hvorimod jeg havde forestillet mig, at forestillingen ville bringe meningsfuldheden frem i den efterfølgende aktion. Uanset hvad, så har Anne oplevet, at de aktiviteter hun indgik i var meningsfulde og dermed har hun haft interesse for at udføre aktiviteten. Annes kommentarer kan desuden få en til at overveje, hvorvidt Opgaveløbet ligefrem har overskygget forestillingen, eller om det er kombinationen af de to, der har styrket oplevelsen af Opgaveløbet.

En af opgaverne i Post 6 gik ud på at eleverne, ud fra en oplysning om antallet af de forskellige atomer i kolesterolmolekylet, og deres kendskab til reglerne for strukturtegninger af molekyler, skulle finde frem til kolesterolmolekylet blandt tre steroler. Denne opgave får følgende kommentar af Karen:

"Der var også nogen, der var sådan lidt drilsk. Vi sad i min gruppe og talte det de der med, var det kolesterol eller sådan noget? Nej hvor vi talte, og vi kunne slet ikke få det til at passe overhovedet. Den var lidt drilagtig, men det var også meget sjovt. Det viste også, at man havde forstået den der måde at tegne det på" (Karen).

I gruppen har de altså været meget engagerede i at løse opgaven rigtigt, hvilket både skyldes den ydre motivation de havde i at vinde, men det har også vakt deres interesse at blive udfordret med en opgave om noget de faktisk havde lært engang og derfor burde kunne finde ud af. Oplevelsen af, at de havde forstået noget i et andet fag og kunne bruge det til løsning af opgaven har bidraget til følelsen af at bemestre noget, og denne følelse af 'empowerment' har sandsynligvis fastholdt deres interesse for opgaven.

Mikkel kommenterer også at noget af det positive ved Opgaveløbet har været, at de fik brugt tingene fra forestillingen, hvorved de sad bedre fast:

"Jeg synes det var meget godt. Det var en måde at ligesom opfriske det man har set og det er altid godt. Ligesom det er godt at skrive et ord ligesom det er altid godt at bruge det bagefter igen. Og det var den samme fornemmelse man fik af at skulle ud bagefter og huske nogle af tingene og arbejde med det og få det lidt i praksis på en eller anden måde" (Mikkel).

Det lader altså til, at denne 'involvement', hvor eleverne kom ud i praksis og skulle "smage" på ordene fra forestillingen og bruge indholdet fra forestillingen til at løse opgaverne, har bidraget til at, i hvert fald Mikkel, har internaliseret informationerne fra forestillingen til viden.

Opgaveløbet har virket repeterende og eleverne har oplevet, at de gennem dialog har kunnet løse opgaverne ved hver især at bidrage med lidt. Henrik har desuden oplevet, at opgaverne i sig selv har gjort, at han fik noget fra forestillingen til at falde på plads:

[F]or eksempel kolesterolen der, så får man lige sådan, nå det var derfor" (Henrik).

Henrik henviser til Post 6, hvor der øverst på Posten er et uddrag af Oles fortælling om kolesterol:

Ole:

"Fordi vi kan nu bruge viden om kemien og fysikken af liposomerne til at lave dem tætte når de skal være tætte. Vi har en helt masse knapper at skrue på. En knap det kunne f.eks. være at vi tager fedtstoffer af forskellige slags, nogle med lange kæder, nogle med korte kæder, nogle med forskellige hoveder på. Vi kunne også bruge et særligt fedtstof og det særlige fedtstof det er kolesterol. I kender sikkert alle sammen kolesterol. De fleste kender det måske for det dårlige, kolesterol er et molekyle som har et rigtig dårligt rygte, men faktisk er det sådan at kolesterol er et molekyle som har en helt særlig evne til at modificere liposomer og membraners egenskaber. Det har naturen fundet ud af for 1½ milliarder år siden, fordi alle højere organismer, dyr, planter, svampe, de har alle sammen i deres membraner, det vi kalder plasmamembraner, den yderste skal af cellerne, der har de kolesterol eller lignende steroler." (linie 356-365)

Karen føler, at opgaveløbet ikke i tilstrækkeligt grad, har sat de ting på plads fra forestillingen som hun gerne ville have styr på:

”[J]eg kunne godt tænke mig, hvis man lige havde brugt et kvarter på lige at sidde og snakke om teatret bagefter, for jeg havde da lige et par spørgsmål som jeg gerne ville stille til Stinne og ham den anden der” (Karen).

Hun brændte altså inde med nogle afklarende spørgsmål som hun ikke fik stillet, og i lyset af den kommentar, vil jeg konkludere, at det havde været hensigtsmæssigt at tale lidt om forestillingen med hele klassen lige efter de havde set den. Generelt havde eleverne en del spørgsmål og kommentarer til forestillingen i løbet af dagen, men Karen har ikke følt, at der blev skabt plads til hendes spørgsmål. Eksempelvis var der en af drengene, der i pausen lige efter forestillingens klimaks, spurgte om, hvordan cellegiften egentlig kom ud af de magiske kugler. Dette var et yderst relevant spørgsmål og faktisk det næste plotpunkt i forestillingen. Spørgsmålet viste, at han havde overblik over forestillingen, og samtidig var det overraskende for fysiklæreren, at netop denne elev kom med så god en refleksion, da det bestemt ikke var det, der normalt karakteriserede eleven i fysiktimerne. Fortællingen i forestillingen har altså fanget eleven på en anden måde end undervisningen normalt formår. Et andet eksempel på elevernes spørgsmål var, at de i slutningen af dagen spurgte til resultaterne af de kliniske studier. Vi ved fra den narrative receptionsanalyse i Kapitel 8, at netop de kliniske studier har fanget rigtig mange fra 2.S og derfor er det ikke overraskende at dette spørgsmål blev stillet. På det tidspunkt hvor Aktion 3 blev gennemført (den 19. december 2007) burde de kliniske studier være færdige, da de ifølge afrundingen på forestillingen skulle afvikles i løbet af sommeren 2007. Heldigvis kunne jeg svare på dette spørgsmål, da jeg netop selv af interesse, havde spurgt til resultaterne af de kliniske studier under en uformel snak med den anden kvindelige performer, Eva A. Christensen. Hun havde forklaret, at der var opstået et nyt problem (et nyt plotpunkt i fortællingen), da åbningen på de ampuller, de magiske kugler blev opbevaret i, havde en forkert størrelse, i forhold til de kanyler, der skulle anvendes til injektionen af de magiske kugler i forsøgspersonerne på hospitalet i Rotterdam. Derfor var de kliniske studier blevet forsinkede og resultaterne var endnu ikke klar.

Denne lille historie viser, hvordan min tilstedeværelse under aktionen kunne bidrage med noget nyt information, som det ikke havde været muligt for en lærer at fortælle klassen om. Denne påvirkning af Aktionen som vores tilstedeværelse har forårsaget har Mikkel netop kommenteret i sit interview:

”Altså det giver det sådan lidt mere autenticitet, altså man giver det lige lidt mere opmærksomhed når der kommer folk udefra end hvis vi bare havde set den sammen med [fysiklæreren]. Det er lidt ligesom at have en gæstelærer, altså så kan det sgu godt være at man er lidt mere opmærksom for så ved man at så bliver det lidt mere alvorligt og sådan, at når folk de kommer helt fra syddansk universitet for at vise os det og lave undersøgelser og sådan noget så er opmærksomheden måske lidt bedre” (Mikkel).

Mikkel følte det således som om, at klassen havde en gæstelærer, hvilket i sig selv kan medføre øget opmærksomhed. Og derudover har vores undersøgelser fået dem til at tage Aktionen endnu mere seriøst end under normale omstændigheder. Alt i alt har vores tilstedeværelse medført, at Mikkel, og sandsynligvis også de fleste andre elever, har været lidt mere opmærksomme. Hvorvidt det også

har påvirket deres forventninger til oplevelsen, i den ene eller anden retning, havde været interessant at få belyst.

12.2 Opsummering af resultaterne fra Aktion 3

Mit formål med at udvikle Aktion 3 var at skabe et forløb, der kunne anvendes til at forankre forestillingen i elevernes egen praksis og designet af forløbet tog udgangspunkt i Mitchells 'Catch and Hold' teori fra interesseforskningen, samt teorier om internalisering (Wertsch, 2002) gennem reflekteret kommunikation og samarbejdende læring (Dupont, 2007).

'Catch and Hold'

Det fremgår tydeligt, at eleverne i 2.S har haft en meget positiv oplevelse med Aktionen og de fremhæver specifikt Opgaveløbet og beskriver det med termer som 'sjovt', 'anderledes' og 'drilagtigt' og fremhæver de sociale elementer 'gruppearbejde' og 'konkurrencen' som medvirkende til, at det var sjovt og anderledes. Disse beskrivelser viser, at opgaveløbet har formået at vække deres interesse og fastholde den igennem hele løbet, og Mitchells 'Catch and Hold' kan bruges til at belyse, hvad der har forårsaget denne interesse.

Af 'Catch' faktorer er netop det sociale og hyggelige gruppearbejde samt de små opgaver, som både bestod i at finde vej til posterne ved at orientere sig på kortet, samt i løsningen af opgaverne. Mens der af 'Hold' faktorer både er selve aktiviteten i at gå rundt på gymnasiet og blive involveret i forestillingen, og opleve en bemestring af dele af denne, fordi de kan anvende den viden de har fra andre fag og i høj grad inddrage ting fra forestillingen. Netop inddragelse af forestillingen til løsning af opgaverne har gjort både forestillingen og opgaveløbet meningsfuldt. Selve konkurrenceelementet har også bidraget til at fastholde elevernes interesse igennem opgaveløbet – om end interessen i den forbindelse har været rettet mod konkurrencen.

Samarbejdende læring

De fleste elever har oplevet, at opgaveløbet, på positiv vis, var med til at få vendt tingene i forestillingen igen og når de i grupperne skulle løse en opgave oplevede eleverne, at de hver især kunne bidrage med lidt informationer til at få stykket fortællingen sammen. Dette samarbejde har bidraget til, at den enkelte elev, på sit eget niveau, har fået internaliseret dele af eller hele forestillingen.

Afslutningsvis vil jeg, i lyset af resultaterne af mine analyser, konkludere, at Aktion 3 har opfyldt de mål jeg havde for aktionen. Opgaveløbet har fået eleverne til at reflektere over forestillingen og formåede at skabe en interesse, både for Opgaveløbet i sig selv og for de opgaver, der skulle løses i relation til forestillingen. Det har været sjovt, meningsfuldt og anderledes at kombinere videnskabs-teaterforestillingen *Den Magiske Kugle* med opgaveløbet og jeg er overbevist om at eleverne har fået en bedre forståelse af forestillingen ved at gennemføre Aktion 3. Dagen har været en interessant naturvidenskabelig oplevelse, der var nem for læreren og sjov for eleverne.

12.3 Sammenfatning af kapitlet

Eleverne i 2.S har haft en meget positiv oplevelse med Aktion 3 og de fremhæver blandt andet 'Catch' og 'Hold' elementer i deres argumenter for, hvorfor oplevelsen var god. Det faktum, at de

skulle inddrage forestillingen i løsningen af opgaverne har været med til at gøre, både det at se forestillingen, samt det at være på Opgaveløb meningsfuldt. Selve konkurrenceelementet har også bidraget til at fastholde elevernes interesse igennem opgaveløbet, om end interessen i den forbindelse har været rettet mod konkurrencen. Opgaveløbet har fået eleverne til at reflektere over forestillingen og formåede at skabe en interesse, både for Opgaveløbet i sig selv og for de opgaver, der skulle løses i relation til forestillingen.

13

Forankring af forestillingen i gymnasiepraksis

Hvordan har Aktion 2 og Aktion 3 forankret forestillingen for eleverne i deres egen praksis?

Afhandlingens andet forskningsspørgsmål kan besvares ved at sammenfatte resultaterne fra Aktion 2 og Aktion 3, hvilket jeg vil gøre i dette kapitel.

13.1 Forankring

Udgangspunktet for denne sammenfatning er en udredning af, hvad jeg mener med begrebet *forankring* i forbindelse med, at elever modtager et kommunikationsprodukt som *Den Magiske Kugle*. Ifølge 'ordbogen.com' betyder forankring at man "*indarbejder noget nyt, så det danner grobund for videre arbejde og udvikling*". Dette er meget rammende i forhold til min fortolkning af begrebet. Det, der er "*noget nyt*" i forbindelse med forestillingen, er de informationer eleverne har modtaget og de indsigter, de har fået af at se naturvidenskaben blive formidlet gennem en fortælling, hvor anvendelsesaspektet af naturvidenskab træder tydeligt frem. Denne oplevelse skal så "*danne grobund*", hvilket i forbindelse med min undersøgelse betyder, at forestillingen skal skabe interessen og sætte rammerne, som er udgangspunktet for det "*videre arbejde*". Det "*videre arbejde*" er dermed de to aktioner, hvor eleverne arbejder videre med forestillingens indhold, mens "*udvikling*" først og fremmest skal forstås som en udvikling af elevernes interesse for forestillingen, og en udvikling af elevernes erkendelse af forestillingens fortælling.

Det andet forskningsspørgsmål lød:

Hvordan kan *Den Magiske Kugle* forankres i gymnasialt regi?

Og svaret er, at den for eksempel kan forankres ved hjælp af Aktion 2 og Aktion 3, da resultaterne af disse to aktioner har vist, at forestillingen har dannet grobund for elevernes videre arbejde og udvikling af faglige kompetencer, og at eleverne har fået indarbejdet forestillingen i deres gymnasiale faglighed.

13.2 Præsentation af tanker bag designet

Designet af aktionerne er baseret på teorier om 'Catch' og 'Hold' faktorer i forbindelse med at fange eller "genfange" en situationel interesse for forestillingen og bevare og udvikle interessen i løbet af projektet. 'Catch' elementer er blandt andet gruppearbejde og små opgaver, mens 'hold' genereres af meningsfuldt arbejde, hvor eleverne involveres og oplever at bemestre de arbejdsopgaver, de skal udføre. Ved at basere forankringsaktionerne på gruppearbejde, gav det anledning til, at eleverne igennem reflekteret dialog kunne samarbejde om at integrere de ny informationer fra forestillingen i deres eksisterende viden. Jeg udviklede to forskellige forankringsaktioner i forbindelse med forestillingen, da jeg oplevede, at lærerne havde svært ved at finde ressourcer til at inddrage forestillingen i et længerevarende projektforsløb som Aktion 2 er et eksempel på. Eftersom designet af mit projekt bygger på, at forestillingen skal forankres i gymnasiepraksis valgte jeg at designe en "light" version af en forankringsaktion, Aktion 3, der kunne afvikles i løbet af en enkelt dag.

13.3 Beskrivelse af Aktionerne

Aktion 2 bestod af et tværfagligt projektforsløb mellem fysik og biologi, hvor opgaven var, at eleverne skulle skrive rapporter i biologi indenfor emner, der relaterede sig til cellemembranen, da dannelsen, strukturen og funktionen af cellemembranen er en vigtig del af det faglige indhold i videnskabs-teatret *Den Magiske Kugle*. Rapporterne blev fulgt op af relevante forsøg og opgaver i fysik, der belyste strukturen af cellemembranen. Aktion 2 er gennemført med en 2. g klasse med en naturvidenskabelig studieretning, der så forestillingen i Teaterhuset.

Aktion 3, bestod af et Opgaveløb med 9 poster, der relaterede sig til emnerne i forestillingen. Aktionen blev gennemført efter eleverne havde set dvd'en af *Den Magiske Kugle* og den blev afviklet i løbet af en enkelt dag. Aktion 3 er gennemført med en 2. g klasse med en samfundsvidenskabelig studieretning, der så forestillingen på dvd.

13.4 Resultater for Aktionerne

Resultaterne af Aktion 2 viste, at den har formået at forankre *Den Magiske Kugle* i elevernes egen praksis og gjort dem i stand til at indgå i meningsfulde diskussioner omkring forestillingen og naturvidenskabelige fænomener, der relaterer sig til forestillingen. Forestillingen har fungeret som meningsskabende referenceramme i alle dele af projektet.

Resultaterne viser, at Aktion 3 gav anledning til, at eleverne i grupper reflekterede over forestillingen, og aktionen formåede at skabe en interesse, både for Opgaveløbet i sig selv og for de opgaver, der skulle løses i relation til forestillingen. Dette resulterede i, at eleverne vurderede, at de fik en bedre forståelse af forestillingen, end hvis de ikke havde gennemført Opgaveløbet. I den forstand er formålet med aktionen indfriet, om end den ikke gav anledning til, at eleverne lærte at sætte ord på fortællingen i forestillingen, så de blev i stand til at viderefortælle handlingen til deres forældre og søskende. Dette rækker udover potentialet i Aktion 3 og denne forankringsaktionstype kan således ikke erstatte Aktion 2, men kan med fordel anvendes i de tilfælde, hvor lærerne ikke kan finde tid til et længerevarende projektforsløb som er eksemplificeret ved Aktion 2.

Det gælder for begge aktioner, at aktionerne fik eleverne til at reflektere over forestillingens indhold i deres egen gymnasiepraksis, hvorved oplevelsen blev integreret i gymnasiet og ikke fremstod som

en enkeltstående oplevelse uden direkte sammenhæng med deres faglige hverdag. Samtidig udviklede forankringsaktionerne elevernes forståelse for forestillingen. Dette blev medieret af gruppearbejde, som har fremmet reflekteret dialog om forestillingens faglige indhold.

Resultaterne i min undersøgelse af Aktion 2 viser, at der er et stort potentiale i at inddrage en naturvidenskabelig forskningsfortælling, der udfolder de historiske elementer, anvendelsesperspektivet og den personlige relevans i forhold til et overordnet emne, når der skal arbejdes med tværfaglige projekter i gymnasiet. Samtidig viser resultaterne af Aktion 3, at man på en enkel måde kan forankre en naturvidenskabelig oplevelse, i dette tilfælde i form af en videnskabsfortælling i gymnasiepraksis, så oplevelsen ikke mister sammenhængen med gymnasieelevernes hverdag, om end denne aktion ikke sikrer den dybe forståelse af forestillingen som Aktion 2 medierede for flertallet af eleverne.

I forbindelse med disse komparative overvejelser omkring de to aktioner, vil det være aktuelt om det er muligt at kombinere de positive ting fra hver aktion og derigennem skabe en tredje og mere virkningsfuld forankringsaktion, der er længere end Aktion 3, men mere overskuelig for lærerne end Aktion 2. Den aktivitet der gav anledning til mest dialog om forestillingen, i forhold til det mine observationer kunne indfange, var fremlæggelsen i matrixgrupper i Aktion 2. En ny aktion skal derfor designes så eleverne gennem gruppearbejde får adgang til informationer relateret til forestillingen som sætter dem i stand til at indgå i en meningsfuld diskussion i nye grupper. Samtidig vil det være hensigtsmæssigt at lægge et konkurrenceelement ind i designet som det var tilfældet i Aktion 3. Man kunne i den forbindelse forestille sig, at eleverne i de nye grupper skulle på Opgaveløb, og at hver opgave omhandler et af de emner, der blev arbejdet med i de oprindelige grupper.

Jeg vil i forhold til mine observationer konkludere, at forankringsaktioner kan være med til at forbedre elevernes oplevelser med og erkendelse af naturvidenskabelige kommunikationsprodukter og man bør medtænke forankringen af naturfagsindsatsen som en del af designet, så ressourcerne udnyttes bedst muligt.

13.5 Skal alle indsatser forankres?

Konklusionen på resultaterne fra de to forankringsaktioner giver anledning til at reflektere over, hvorvidt alle naturfagsindsatser bør opfølges af en forankringsaktion. I forhold til det 3.g hold, der havde bioteknologi på højniveau er det værd at fremhæve, at deres modtagelse af forestillingen viser at forestillingen, populært sagt, var "forankrende i sig selv". Den formåede tilsyneladende at anvende elevernes eksisterende viden som grobund for fagligheden i forestillingen og undervejs arbejde videre med og udvikle denne viden. Derved fik forestillingen skabt sammenhæng mellem de naturvidenskabelige fag og emner, klassen havde arbejdet med i deres tid som gymnasieelever.

Disse resultater indikerer, at naturvidenskabelige elever i 3.g og måske studerende på de første år af en videregående naturvidenskabelig uddannelse, ikke har behov for at få forestillingen forankret i deres egen praksis eftersom forestillingen *forankrer sig selv* i deres praksis ved at bygge videre på deres naturfaglige fundament. Det skal i den forbindelse fremhæves, at disse elever ikke er målgruppen for en naturfagsindsats. Men indsatsen i form af *Den Magiske Kugle* fungerer tilsyneladende på flere niveauer, da mine resultater viser, at den har formået at aktualisere deres individuelle interesse for naturvidenskab. I Kapitel 7 beskrev jeg at resultater fra litteraturen viser, at interessen for et fag daler jo højere ens faglige niveau er, hvorfor det er vigtigt også at stimulere de elever, der

allerede har valgt naturvidenskab som deres faglige interesse. I lyset af dette vil jeg konkludere, at *Den Magiske Kugle*, med fordel, kan vises til elever, der allerede *har* en individuel interesse for naturvidenskab, da oplevelsen er med til at støtte dem i deres interesse. Men at den i forhold til denne modtagergruppe ikke nødvendigvis skal forankres gennem en aktion.

13.6 Sammenfatning af kapitlet

I dette kapitel har jeg besvaret spørgsmålet om, hvordan *Den Magiske Kugle* kan forankres i gymnasiepraksis, ved at eksemplificere denne forankring med de to forankringsaktioner Aktion 2 og Aktion 3. Mine undersøgelser af begge aktioner viser, at eleverne har oplevet, at de har taget udgangspunkt i forestillingen og givet anledning til, at eleverne på meningsfuld vis, arbejdede videre med forestillingens faglige indhold. Forankringen kan foregå ved at lade eleverne arbejde videre med et tværfagligt projekt, der relaterer sig til forestillingens faglige fortælling eller ved at lade eleverne løse små opgaver. Begge dele blev gennemført i grupper, hvilket medierede elevernes reflekterede dialog om fortællingen. Forankringerne gav eleverne en større forståelse for forestillingen og de gav udtryk for, at de synes det var rart at arbejde videre med forestillingen, så oplevelsen ikke stod alene.

Jeg er hermed nået til sidste kapitel i afhandlingen, hvor fremtidsperspektivet for videnskabsteater, videnskabsfortællinger og forankring af disse vil blive diskuteret.

14

Afrunding, anbefalinger og
perspektivering

Hvad er de vigtigste resultater fra dette projekt? Hvad er perspektiverne i at anvende fortællinger i naturvidenskab? Og hvilke fremtidige forskningsprojekter peger undersøgelsen frem imod?

Fortællingen i videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* er en rekonstruktion af en lang og succesfuld forskningsproces om udviklingen af magiske kugler, der kan transportere kræftmedicin ind til kræftcellerne og dræbe dem uden at påvirke de raske celler. Men fortællingen er langt fra slut, vi mangler stadig at høre om resultatet af de kliniske studier på patienter i Rotterdam, om de nye teorier for, hvordan nedbrydningsprodukterne virker som prodrugs og om hvordan liposomer kan anvendes som transportvesikel af andet end kemoterapi såsom insulin, penicillin, røde blodlegemer, antigener, og mange former for medicin, der ellers nedbrydes i kroppen, før de når deres mål.

På samme måde slutter nærværende forskningsfortælling ikke med denne afhandling, men kan derimod være afsættet til videre forskning indenfor videnskabsteater og videnskabsfortællinger og i dette kapitel sammenfattes disse fremtidsperspektiver.

Jeg vil dog starte med at opsummere de vigtigste konklusioner i afhandlingen og i den forbindelse redegøre for de anbefalinger resultaterne afføder.

14.1 Sammenfattende konklusioner

Jeg har i dette projekt analyseret videnskabsteaterforestillingen og derigennem fundet ind til dens struktur og rollefordeling og derefter taget et dramaturgisk, didaktisk og fagligt greb om forestillingen. De tre greb har givet et overblik over, hvilke dramaturgiske virkemidler, der er blevet anvendt i et forsøg på at holde modtageren fanget i et narrativt begær. Det didaktiske greb har undersøgt, hvordan forestillingens faglige indhold har undergået en rekonstruktion, og hvordan forestillingen niveaumæssigt forsøger at finde modtagergruppens nærmeste udviklingszone i formidlingen af det faglige indhold. I det sidste greb har jeg undersøgt hvor meget videnskab, der er i forestillingen og

har i den forbindelse undersøgt det videnskabelige indhold i en række andre videnskabsteaterforestillinger og fortællinger og når derved frem til, at der er to ting, der skal være opfyldt, for at en fortælling kan kvalificere sig som en videnskabsfortælling: Den første ting er, at den skal beskrive videnskaben og videnskabelig opførsel så sandfærdigt eller plausibelt som muligt og den anden er, at plottet skal basere sig på forskere og deres forskning.

Forestillingen er blevet undersøgt empirisk med fem gymnasieklasser og deres umiddelbare og reflekterede modtagelse er blevet analyseret ved at gennemføre en narrativ receptionsanalyse. Narrativ reception er beskrevet som en betegnelse for, hvordan kommunikationsprodukter i form af narrativer reciperes af modtageren. Dette afhænger af modtagerens interesse for kommunikationsproduktet, i forhold til modtagerens kontekst, og modtagerens erkendelse af produktet, gennem tolkning og horisontjusteringer.

Resultaterne fra det analytiske blik jeg kastede på forestillingen samt resultaterne fra den narrative receptionsanalyse har vist, at videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* har *interestingness*, og at dette primært er medieret af, at fortællingen har en stærk menneskelig dimension. *Interestingness* skal forstås på den måde, at der er nogle emner, vi lader til at være mere disponerede for at fatte interesse for – *de absolut interessante emner*; men interessen for disse emner er ikke absolut i den forstand, at interessen gælder for alle mennesker. Med absolut skal derfor forstås, at alle mennesker har en latent interesse for emnerne fordi disse emner netop berører, hvad vi må formode er grundlæggende eksistentielle karakteristika for hvad det vil sige at leve som et menneske. Den latente interesse vil kun manifestere sig, hvis man som individ oplever at emnet har karakter af at være uventet, at det sandsynliggør en fare for den enkelte og at individet personligt kan relatere til det.

Der er både naturfaglige og ikke-naturfaglige elever, der har set forestillingen og fungeret som informanter i mine empiriske studier af deres narrative reception. Deres faglige baggrund viser sig at have indflydelse på, hvordan de reciperer forestillingen.

For den ikke-naturfaglige modtagergruppe er de mange videnskabelige termer i forestillingen en udfordring, der til tider tager overblikket fra dem og i disse situationer har scenografien medvirket til at fastholde deres koncentration. Denne modtagergruppe har primært fokuseret på anvendelsesperspektivet af de magiske kugler og ikke på selve forskningsprocessen.

For den naturfaglige modtagergruppe handler deres fortælling om forestillingen om selve forskningsprocessen og hvordan denne inddrager deres viden fra alle de naturvidenskabelige fag, konfronterer fagenes anvendelsesproblematik og samtidig skaber meningsfuld sammenhæng imellem fagene. De kan, i nogen grad, identificere sig med performerne, der viser sig at være helt almindelige mennesker, og oplever det som positivt, at de langt hen ad vejen kan forstå det forskere fra universitet fortæller om ved at bruge deres faglige erfaring.

Resultaterne indikerer, at der er et modenhedsaspekt inde i billedet, når naturfaglige elever skal evaluere formen. De yngre elever er blevet forstyrret af at forskerne ikke opfører sig "forskeragtigt" og formidler indholdet til dem "foredragsagtigt", mens de ældre elever også gerne havde modtaget et foredrag, men oplever at forestillingen har gjort fortællingen endnu mere interessant, og har bevirket, at de er blevet transporteret ind i den.

To klasser har gennemført aktioner, der havde til formål at forankre forestillingen og elevernes interesse for forestillingen i elevernes gymnasiepraksis. En 2. g klasse med en naturfaglig studieretning inddrog forestillingen i et tværfagligt projekt i fysik og biologi efter at have set forestillingen i teatret (Aktion 2). Eleverne udarbejdede i den forbindelse rapporter i biologi og gennemførte forsøg i fysik. En anden 2.g klasse med en samfundsvidenskabelig studieretning gennemførte et Opgaveløb umiddelbart efter de havde set forestillingen på dvd. Opgaverne relaterede sig overvejende til forestillingens faglige indhold (Aktion 3).

Aktion 2 har formålet at forankre *Den Magiske Kugle* i elevernes egen praksis og gjort dem i stand til at indgå i meningsfulde diskussioner omkring forestillingen og naturvidenskabelige fænomener, der relaterer sig til forestillingen. Forestillingen har fungeret som den meningsskabende referenceramme i alle dele af projektet og jeg vil konkludere, at mit mål med Aktionen dermed er blevet opfyldt. Resultaterne i min undersøgelse viser, at der er et stort potentiale i at inddrage en naturvidenskabelig forskningsfortælling, der udfolder de historiske elementer, anvendelsesperspektivet og den personlige relevans i forhold til et overordnet emne, når der skal arbejdes med tværfaglige projekter i gymnasiet. Det skal dog påpeges, at mine resultater stammer fra en enkelt velfungerende klasse og en ny iteration af Aktion 2 vil være nødvendig for i højere grad at generalisere resultaterne og optimere aktionen og empiriindsamlingen.

Resultaterne fra den samfundsvidenskabelige klasses narrative reception af *Den Magiske Kugle* har ikke afklaret, om det er generaliserbart, at dvd'en i sig selv kan skabe en situationel interesse, der kan give elever, uden en global interesse for naturvidenskab, en oplevelse der er "*værd at fortælle om*" (Dupont, 2007). Der er behov for flere undersøgelser med dvd-versionen og flere varianter af forankringsaktioner i den forbindelse. Derudover vil det være nødvendigt at undersøge den narrative reception blandt elever med flere forskellige faglige præferencer og i forbindelse med forskellige naturfaglige fag. Det kan konkluderes, at *Den Magiske Kugle* på dvd + Aktion 3 samlet har givet eleverne en interessant oplevelse med naturvidenskab, men eftersom de to ting er blevet modtaget som en samlet "pakke" kan det være vanskeligt at vurdere om eleverne kan evaluere de to aktioner (Aktion 1 og 3) uafhængigt af hinanden. Arbejdsformen under Aktion 3 er desuden evalueret så positivt, at der er risiko for, at den overskygger oplevelsen med Opgaveløbets relation til forestillingen.

I design-based research er målet at opnå anvendelig viden, der kan bruges til at forbedre og udvikle de områder, man undersøger. Jeg har undersøgt videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* og dennes forankring i gymnasiepraksis og den viden jeg har opnået gennem dette projekt kan summeres til følgende:

For det første er projektet i sig selv et eksempel på, hvordan man kan gribe en sådan undersøgelse an, så man får indfanget elevernes umiddelbare og reflekterede modtagelse.

For det andet viser projektet to eksempler på, hvordan forestillingen kan forankres i elevernes egen praksis. I den forbindelse har det været vigtigt at forankringerne stimulerede reflekteret dialog om forestillingen da eleverne derigennem hjælpes ad med at tolke forestillingen. Resultaterne fra undersøgelserne af Aktion 2 og 3 kan anvendes i forbindelse med forankring af andre naturfagsindsatser og mine resultater viser, at det er vigtigt at prioritere, at der udarbejdes forankringsaktioner, så eleverne i samarbejde kan internalisere de informationer indsatsen har givet dem.

For det tredje viser min undersøgelse, at *Den Magiske Kugle* kan anvendes til gymnasieelever med tre forskellige formål: Det første er som naturfagsindsats for at øge unge menneskers interesse for naturvidenskab, da det emne fortællingen bygger på fænger alle elever uanset deres faglige præferencer og individuelle interesser. For det andet har fortællingen format til at være omdrejningspunkt i et tværfagligt projekt og hjælpe elever og lærere med at skabe meningsfuld sammenhæng mellem fagene. For det tredje har den format til, på en og samme tid, at repetere, samle og bygge videre på den viden elever har fra deres gymnasiale fag og derigennem påvirke og støtte deres selvopfattelse som naturfaglige elever. Det, at forestillingen har dette format, er mest udtalt i forhold til elever der allerede har en interesse for naturvidenskab, hvilket understreger bredden i forestillingens potentielle målgruppe.

14.2 Fortællinger

Jeg foreslog i første kapitel, at vi skulle benytte os af, at det er menneskets natur at fortælle og lytte til fortællinger, når unge skal tilegne sig naturvidenskaben. *Den Magiske Kugle* er et eksempel på en sådan fortælling og resultaterne i denne afhandling viser, at der ligger en stærk fortælling i *Den Magiske Kugle*, som formår at fænge elever uanset deres faglige præferencer og indsigter.

Avraamidou og Osborne argumenterer i deres artikel, at narrativer er en nyttig måde at formidle komplekse emner fra videnskaben i undervisningen, så længe målet er at sikre almen naturvidenskabelig dannelse og ikke at producere fremtidige videnskabsmænd. De angiver samtidig at deres syn på almen naturvidenskabelig dannelse er:

“The public understanding of science is the comprehension of scientific facts, ideas and policies, combined with the knowledge of the impact such facts, ideas and policies have on the personal, social and economic well-being of the community”. (Avraamidou & Osborne, 2008, s.5)

Jeg deler deres holdning til at fortællinger fra naturvidenskaben er meget anvendelige til at fremstille videnskabens væsen, hvordan denne praktiseres og hvordan videnskabelig viden bliver konstrueret. *Den Magiske Kugle* er netop lavet med den almene befolkning som målgruppe, med henblik på at fremme deres naturvidenskabelige dannelse. I min forskning har jeg valgt at undersøge, hvordan forestillingen modtages af gymnasieelever, hvorved forestillingen i elevernes øjne kommer til at tilhøre kategorien af naturfagsindsatser, der udbydes til dem af universiteterne for at fremme deres interesse for naturvidenskab. Eftersom forestillingen ses i forbindelse med et eller flere fag i gymnasiet, er det også naturligt for eleverne at evaluere oplevelsen i forhold til, hvor meget de lærer af den. Mine resultater af elevernes modtagelse af forestillingen viser, at meget komplekse naturvidenskabelige sammenhænge kan formidles til gymnasieelever, så længe det hele bindes sammen af en stærk fortælling, der bygger på et emne der er 'absolut interessant'.

14.3 Arbejdsformer

Eleverne har reageret meget positivt på designet af forankringsaktionerne, hvilket ikke umiddelbart skyldes deres forbindelse til forestillingen, men derimod arbejdsformen. I Aktion 2 er det fremlæggelsen i matrixgrupper, der har affødt en række positive kommentarer. Det er primært kommentarer om, at det var nemmere at bevare koncentrationen, det var hyggeligere kun at skulle tale til en lille

gruppe og mere engagerende, da hver elev kunne bidrage med sit perspektiv i diskussionen. Derudover har de oplevet det som en god udfordring at skulle fremlægge en helhed hvorved de blev nødt til at sætte sig ind i en hel rapport og ikke kun den del de selv har skrevet. Jeg vil anbefale denne arbejdsform som alternativ til fremlæggelser for hele klassen. Det kan naturligvis skabe et evalueringsproblem for læreren, da denne ikke har mulighed for at overvære samtlige fremlæggelser. En anden arbejdsform eleverne har evalueret positivt er Opgaveløbet i Aktion 3. Eleverne har oplevet det som nyt og anderledes at skulle gå rundt på gymnasiet og finde posterne og løse opgaverne, hvorved de er blevet aktiveret på en anden måde, end hvis de havde løst opgaverne på deres pladser i fysiklokalet. Konkurrenceelementet i Opgaveløbet har også medvirket til den positive evaluering. Denne arbejdsform er dog mere tidskrævende for læreren og det er sværere for eleverne at opsøge hjælp, hvis de er spredt ud over hele gymnasiet, men det kunne være en god afveksling til den almindelige stillesiddende opgaveregning.

14.4 Forskerne som performere

I forhold til forskerne peger mine resultater på, at hvis det for alvor skal blive spændende at modtage en videnskabsteaterforestilling skal forskernes personlighed mere på banen. På Syddansk Universitet er Center for Kunst og Videnskab med til at uddanne ph.d. studerende fra hele landet i at holde populærvidenskabelige foredrag om deres forskning. Det har skabt fokus på forskningsformidling til den almene befolkning og på at lære, hvordan man kan finde sig til rette i rollen som engageret formidler. Disse tiltag betyder, at forskerne i højere grad uddannes til at bringe deres person ind i fortællingen. Perspektiverne i det er, at forskerne, der skal stå på scenen i forhåbentlig mange fremtidige videnskabsteaterforestillinger bliver bedre til at "spille sig selv" og formidle på en mere levende måde.

Ole G. Mouritsen der medvirker i *Den Magiske Kugle* har berettet, at han har fået et andet syn på sin forskning efter at have medvirket i produktionen af forestillingen. Arbejdet med videnskabsteatret, hvor forskerne har fået sat deres forskning ind i en fortælling, så den får en begyndelse, en midte og en slutning har medieret narrativ erkendelse, der har givet forskerne en større forståelse for ikke blot deres egen forskning, men også for deres omgivelser og de faglige sammenhænge, de er en del af.

14.5 Videnskabsteatergenren

Videnskabsteatergenren er ny i dansk regi. Den er ny for både instruktører og forskere og ikke mindst for modtagergruppen. Mine resultater har vist, at formidlingsformen ofte ikke lever op til gymnasieelevers forventninger og at dette har en negativ påvirkning på deres narrative reception. I lyset af dette vil jeg anbefale at de klasser, der i fremtiden skal modtage en videnskabsteaterforestilling, hvad enten det er i en teatersal, på deres eget gymnasium eller på dvd, bliver forberedt på den nye genre, så forventningerne til oplevelsen bliver realistiske, indtil videnskabsteatergenren bliver mere udbredt.

14.6 Eleverne på banen

Marianne Ødegaard har i sit ph.d. projekt forsket i brugen af drama til læring af naturvidenskab, og en af konklusionerne er, at eleverne selv skal på banen, hvis fortællinger for alvor skal fremme ele-

vernes læring af et naturvidenskabeligt emne (Ødegaard, 2001). I lyset af dette kunne det være interessant at forske i, hvordan eleverne selv kan blive en del af en videnskabsteaterforestilling, eksempelvis ved at lade dem opføre et pædagogisk 'word play' som Carl Djerassi arbejder med, eller ved at lade eleverne skrive og opføre deres egen videnskabsforestilling.

14.7 Forskning i naturfagsindsatser

Under en af sammenkomsterne i BioNET blev jeg kontaktet af et af medlemmerne fra Villum Kann Rasmussen Fonden. Han fortalte at fonden i sin tid var med til at finansiere produktionen af en bog kaldet "Videnskaberfremtiden"¹ som blev uddelt til samtlige elever i 9. klasse (54.000) i Danmark i 2003 for at øge skolegenerationens interesse for naturvidenskab. Han ville gerne vide, hvad effekten af denne investering har været og bad mig derfor undersøge dette. Hans ønske rakte ud over, hvad der var muligt i løbet af mit ph.d. forløb og det er i det hele taget tvivlsomt hvorvidt det er muligt at undersøge virkningen af en enkelt indsats i den mangfoldighed af naturvidenskabelige påvirkninger eleverne udsættes for fra medier, skoler, museer, universiteter, kammerater, blade, bøger og meget mere. Men fortællingen viser, at der er behov for at vi undersøger, hvordan eleverne modtager de mange ressourcekrævende indsatser der iværksættes i Danmark. Denne afhandling har undersøgt elevernes modtagelse af en innovativ formidlingsform og dennes forankring i gymnasiepraksis og er således et eksempel på, hvordan det kan lade sig gøre at undersøge elevernes modtagelse i forbindelse med indsatsen. Jeg håber projektet kan forankres i fremtidige undersøgelser af de mange andre tiltag og indsatser, der bruges ressourcer på i Danmark for at øge unge menneskers interesse for naturvidenskab. Jeg vil anbefale, at der ved investeringer i naturfagsindsatser medtænkes både forskning i disses modtagelse og forankring i modtagergruppens praksis.

14.8 Fremtidsperspektiver

Der er et grundlæggende behov for forskning i flere af de innovative repræsentationsformer og naturfagsindsatser, der iværksættes eller allerede er iværksat igennem de seneste år. Forskerne spiller en central rolle i en række af naturfagsindsatserne, hvad enten det er som foredragsholder, performer i en videnskabsteaterforestilling, eller på en side i en bog, hvor de som forsker og menneske præsenteres. Det skaber et behov for forskning i, hvordan forskerne oplever deres bidrag i en naturfagsindsats. I forhold til at skulle performe i et videnskabsteater, er det relevant at forske i, hvilken betydning en sådan deltagelse har for deres individuelle fortælling om den forskningsproces de er en del af. I den forbindelse er der et behov for at gøre performerne mere levende i deres formidling, uden at skruer dem op til at være skuespillere, da troværdigheden og autenticiteten er et vigtigt element i videnskabsteatret. Der er også behov for at designe og forske i nye forankringsformer af de naturfagsindsatser der iværksættes på universiteterne og i hvordan fortællinger kan anvendes endnu mere virkningsfuldt ved, for eksempel, at lade eleverne medvirke i fortællingen eller selv skabe en naturvidenskabelig fortælling, hvorved fortællingens styrke både kan anvendes til erkendelse, involvering og forankring.

¹ Videnskaberfremtiden er en kombineret bog og cd-rom, hvor ni af Danmarks dygtigste forskere fortæller om deres arbejde og den spænding og livsudfoldelse, de oplever ved at deltage i naturvidenskabelig forskning. Bogen er tænkt som inspirationsmateriale, der kan illustrere de mangfoldige muligheder for personlig udfoldelse og internationale kontakter, en naturvidenskabelig eller teknisk uddannelse kan føre til. Bogen er således ikke en traditionel lærebog.

Et af de perspektiver jeg kan se i forbindelse med videnskabsfortællinger er i forhold til Gymnasierformen og de mange tværfaglige projekter, der gennemføres som følge af denne. Resultaterne i mit projekt har vist at *Den Magiske Kugle* har fungeret som referenceramme i det tværfaglige projekt (Aktion 2) og derved skabt meningsfuldhed i alle projektets fag og facetter. På baggrund heraf vil jeg anbefale, at lade en stærk fortælling være omdrejningspunktet i flere tværfaglige forløb. En stærk fortælling er, i henhold til mine resultater, en fortælling der først og fremmest har en menneskelig dimension, er troværdig og tager udgangspunkt i elevernes eksisterende viden.

- Ainley, M.; Hidi, S.; Berndorff, D. Interest, Learning, and the Psychological Processes That Mediate Their Relationship. *Journal of Educational Psychology* **2002**, *94* (3), 545-561.
- Ainley, M.; Hillman, K.; Hidi, S. Gender and interest processes in response to literary texts: situational and individual interest. *Learning and Instruction* **2002**, *12* (4), 411-428.
- Akkus, R.; Gunel, M.; Hand, B. Comparing an Inquiry-based Approach known as the Science Writing Heuristic to Traditional Science Teaching Practices: Are there differences? *International Journal of Science Education* **2007**, *29* (14), 1745-1765.
- Alrø, H.; Dirckinck-Holmfeld, L. *Videoobservation*; Ålborg Universitetsforlag: Ålborg, **1997**.
- Andersen, A. M.; Egelund, N.; Jensen, T. P.; Krone, M.; Lindenskov, L.; Mejding, J. *Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning*.; København: AKF, DPU, SFI-Survey: **2001**.
- Andersen, K. M.; Silassen, M. K. Det narrative som didaktisk krydsfelt i læreruddannelsen. *AGORA - tidsskrift for forskning, udvikling og idéudveksling i professioner* **2007**, (10), 9-14.
- Andersen, N. O.; Busch, H.; Horst, S.; Troelsen, R. *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*.; Undervisningsministeriet: København, **2003**.
- Andersen, N. O. *Et fælles løft*; **2008**.
- Aristoteles *Poetik*; 1 ed.; Hans Reitzel: **1999**.
- Ausubel, D. P.; Novak, J.; Hanesian, H. *Educational Psychology: A cognitive View*; 1 ed.; Holt, Rinehart & Winston: New York, **1968**.
- Avraamidou, L.; Osborne, J. Science as Narrative: The story of the discovery of penicillin. *The Pantaneto Forum* **2008**, (31).
- Bang, J. Multi-medier, interaktion og narrativitet. http://websrv5.sdu.dk/flexnet/materiale/bfib/mkf/7_MultiM/MM_Narrt.html **2008**.
- Barab, S.; Squire, K. Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences* **2004**, *13* (1), 1-14.
- Barthes, R. Introduction to the structural analysis of narratives. In *Imaga, music, text: essays*, 8 ed.; Fontana: **1977**.
- Bellour, R. *L'analyse du film*; Editions Albatros: Paris, **1979**.
- Beyer, K. Det er ikke tænkning det hele. In *Undervisning i fysik - den konstruktivistiske idé*, Nielsen, H.; Paulsen, A. C., Eds.; Olesen Offset: Viborg, Danmark, **1992**; pp 118-140.
- Bjørndal, C. R. P. *Det vurderende øje. observation, vurdering og udvikling i undervisning og vejledning*; 1. udgave ed.; Klim: Århus, **2003**.
- Black, D. R.; Goldowsky, A. Science Theater as an Interpretive Technique in a Science Museum. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA, March 28-31, **1999**; pp 3-14.

- Bloch, C. Følelser i Akademia. *Sociologi*, **2002**.
- Bracey, G. W. The TIMSS "Final Year" Study and Report: A Critique. *Educational Researcher* **2000**, 29 (4), 4-10.
- Brooks, P. *Reading for the plot: Design and Intention in Narrative*; Harward University Press: Cambridge, Mass., **1984**.
- Brown, S. Q Methodology: 1. Background. <http://facstaff. uww. edu/cottlec/QArchive/Primer1. html> **1991**.
- Brown, S.; Durning, D.; Selden, S. Q Methodology. In *Handbook of Research Methods in Public Administration*, Miller, G.; Whicker, M., Eds.; Marcel Dekker: New York, **1999**.
- Bruner, J. *Actual Minds, Possible Worlds*; Harvard University Press: Cambridge, MA, **1986**.
- Bruner, J. *Acts of meaning*; Harvard University Press: Cambridge, MA, **1991**.
- Bruner, J. *Uddannelseskulturen*; Munksgaard Forlag: København, **1998**.
- Bruner, J. *Making stories - Law, litterature, life*; **2002**.
- Busch, H. *15-åriges interesse for naturvidenskab, teknologi og naturfag i skolen. De første resultater fra den danske ROSE-undersøgelse [15-year-olds interests in science and technology. The first results from the Danish ROSE-study]*; The Danish University of Education, **2004**.
- Busch, H. Den relevante naturfagsundervisning? *Uddannelse* **2005**, (06).
- Christiansen, T. Hvad sker der egentlig på gangene?: et kritisk kik på arbejdsplads-video. In *Videobobservation*, Alrø, H.; Dirckinck-Holmfeld, L., Eds.; Ålborg Universitetsforlag: Ålborg, **1997**.
- Cobb, P.; Confrey, J.; djSessa, A.; Lehrer, R.; Schauble, L. Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher* **2003**, 32, 9-13.
- Coward, R. S/Z. In *Twentieth-Century Literary Theory: A Reader*, Newton, K. M., Ed.; NY:St. Martin's: New York, **1997**; pp 176-181.
- Cronbach, L. J. *Essentials of psychological testing*; Harper & Row Publishers: New York, **1990**.
- Csikszentmihalyi, M. *Flow*; Harper Perennial: New York, **1990**.
- Damager, I.; Andersen, A. C.; Rasmussen, K. L.; Rattan, S. *Videnskabet*; 1 ed.; Malling Beck: Albetslund, **2001**; Vol. 1.
- Danmarks Evalueringsinstitut *Teknik og naturvidenskab*; **2001**.
- Danmarks Evalueringsinstitut *Undersøgelse af naturvidenskabssindsatser*; **2006**.
- Dewey, J. Interest and effort in education. *Riverside Press*, **1913**.
- Dick, B. You want to do an action research thesis? <http://www. scu. edu. au/schools/gcm/ar/art/arthesis. html> **1993**.

- Dick, B. Grounded theory: a thmbnail sketch. <http://www.scu.edu.au/schools/gcm/ar/arp/grounded.html> **2005**.
- Djerassi, C. Contemporary "Science-in-theatre": a rare genre. www.djerassi.com/sciencetheatre.html **2008**, 1-17.
- Djøf blad Viden er mere end ord på papir. *DJØF blad*, **2006**.
- Dohn, N. B. Gymnasieelevers situationelle interesse i forskellige læringssammenhænge i faget biologi. Southern University of Denmark, **2006**.
- Dolin, J. Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA* **2005**, 1, 7-23.
- Dolin, J. PISA - An Example of the Use and Misuse of Large-Scale Comparative Tests. Hopmann, S. T.; Brinek, G.; Retzl, M., Eds.; LitVerlag: Wien & Berlin, **2007**; pp 93-125.
- Dupont, S. Jerome Bruner og socialkonstruktivisme. In *Teorier om læring*, 1 ed.; Richie, T., Ed.; Billesø og Baltzer Forlagene: Værløse, **2007**; pp 93-114.
- Egelund, N. *PISA 2006 undersøgelsen - en sammenfatning*;1; Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag: København, **2007**.
- European Comission *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*; **2007**.
- Fink, B. Interest development as structural change in person-object relationships. In *The origins of action: interdisciplinary and international perspectives*, Oppenheimer, L.; Valsiner, J., Eds.; Springer Verlag: New York, **1991**.
- Fivush, R. Interest, Gender and Personal Narrative: How Children Construct Self-Understanding. In *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*, Hoffmann, L.; Krapp, A.; Renninger, K. A.; Baumert, J., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN): Kiel, **1998**; pp 58-73.
- Forskning og innovationsstyrelsen *Forskning i fremtidens biologi. Pressemeldelse fra Forskningsrådet for Natur og Univers*, **2006**.
- Frayn, M. *Copenhagen*; Methuen, **1998**.
- Gago, M.; Ziman, J.; Caro, P.; Constantinou, C.; Davies, G.; Parchmann, I.; Rannikmäe, M.; Sjøberg, S. *Europe needs more scientists. Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*; Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg; **2004**.
- Garner, R.; Brown, R.; Sanders, S.; Menke, D. J. "Seductive Details" and Learning from Text. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 239-254.
- Glaser, B.; Strauss, A. L. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*; Aldine Publishing Company: Chicago, **1967**.
- Graesser, A. C.; Singer, M.; Trabasso, T. Constructing Inferences During Narrative Text Comprehension. *Psychological Review* **1994**, 101 (3), 371-395.

- Graesser, A. C.; Millis, K. K.; Zwaan, R. A. Discourse comprehension. 48 ed.; **1997**; pp 163-189.
- Graesser, A. C.; Olde, B.; Klettke, B. How does the mind construct and represent stories? **2002**.
- Green, M. C.; Brock, T. C. The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of Personality and Social Psychology* **2000**, 79 (5), 701-721.
- Green, M. C. Narrative Worlds, Real Impact: How Stories Affect Beliefs. Presented at IGEL 2002, Pecs, Hungary, **2002**.
- Greimas, A.-J. *Strukturel Semantik*; dansk ed.; Borgen: København, **1974**.
- Gräber, W.; Nentwig, P.; Becker, H.-J.; Sumfleth, E.; Pitton, A.; Wollweber, K.; Jorde, D. Scientific Literacy: From Theory to Practice. In *Research in Science Education - Past, Present, and Future*, Behrendt, H.; Dahncke, H.; Duit, R.; Gräber, W.; Komorek, M.; Kross, A.; Reiska, P., Eds.; Kluwer Academic Publisher: Dordrecht, Boston, London, **2001**; pp 61-70.
- Grønbæk Hansen, K. Læring og kognition. In *Teorier om læring*, 1 ed.; Richie, T., Ed.; Billesø og Baltzer Forlagene: Værløse, **2007**; pp 26-48.
- Guvă, G.; Hyllander, I. *Grounded Theory - et teorigenererende forskningsperspektiv*; Reitzels Forlag: København, **2005**.
- Halkier, B. *Fokusgrupper*; 1 ed.; Roskilde Universitetsforlag: Frederiksberg C, **2002**.
- Hannover, B. The Development of Self-Concept and Interests. In *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*, Hoffmann, L.; Krapp, A.; Renninger, K. A.; Baumert, J., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN): Kiel, **1998**; pp 105-125.
- Hannover, B.; Kessels, U. Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction* **2004**, 14 (1), 51-67.
- Hansen, P. H. *Den dramaturgiske værktøjskasse*; 1 ed.; Frydenlund: København, **2006**.
- Hansen, S. H. *Udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiet*. **2007**; pp 50-65.
- Harboe, T. *Indføring i samfundsvidenskabelig metode*; 4 ed.; Forlaget Samfundslitteratur: **2006**.
- Harel, I. The silent observer and holistic note taker. In *Research reports and essays 1985-1990*, Harel, I.; Papert, S., Eds.; Ablex Publishing Corporation: Norwood, NJ, **1991**.
- Harms Larsen, P. *Faktion som udtryksmiddel*; 1 ed.; Amanda: Danmark, **1990**.
- Hidi, S.; Anderson, V. Situational Interest and Its Impact on reading and Expository Writing. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 215-238.
- Hidi, S.; Renninger, K. A.; Krapp, A. The Present State of Interest Research. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 433-446.

- Hidi, S.; Renninger, K. A.; Krapp, A. Interest, a Motivational Variable That Combines Affective and Cognitive Functioning. In *Motivation, Emotion, and Cognition*, Dai, D. Y.; Sternberg, R. J., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Publishers: Mahwah, New Jersey, London, **2004**; pp 89-115.
- Hidi, S.; Renninger, K. A. The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist* **2006**, *41* (2), 111-127.
- Hoadley, C. M. Methodological alignment in design-based research. *Educational Psychologist* **2004**, *39* (4), 203-212.
- Hoffmann, L.; Häussler, P. An Intervention Project Promoting Girls' and Boys' Interest in Physics. In *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*, Hoffmann, L.; Krapp, A.; Renninger, K. A.; Baumert, J., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN): Kiel, **1998**; pp 301-316.
- Hoffmann, L. Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction* **2002**, *12* (4), 447-465.
- Holm, S. Kvalitativ Forskning. *Bibliotek for læger* **1997**, *September*, 188-199.
- Hopmann, S. T.; Brinek, G. PISA According to PISA - Does PISA Keep What It Promises? Hopmann, S. T.; Brinek, G.; Retzl, M., Eds.; LitVerlag: Wien & Berlin, **2007**; pp 9-19.
- Horsdal, M. Selvfortællinger og læring i terapi. In *Historiefortælling i praktisk kommunikation*, Kjærbeck, S., Ed.; Roskilde Universitetsforlag: Frederiksberg, **2004**; pp 257-278.
- Hughes, C. *Museum Theatre: Communicating with Visitors Through Drama*; Heinemann: USA, **1998**.
- Häussler, P.; Hoffmann, L. Qualitative Differences in Students' interest in Physics, and the Dependence on Gender and Age. In *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*, Hoffmann, L.; Krapp, A.; Renninger, K. A.; Baumert, J., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN): Kiel, **1998**; pp 280-289.
- Ingemann, B. Billeder bruges. In *Billedteori*, 2. ed.; http://akira.ruc.dk/~bruno/EPublikationer/3_Billedteori.pdf: **2004**; p -27.
- Jacobsen, J. K. *25 spørgsmål-en moderne retorik til planlægning af kommunikation*; 4 ed.; Roskilde Universitetsforlag: Frederiksberg C, **2007**.
- Jenkins, R. *Social Identity*; Routledge: Florence, Kentucky, USA, **2004**.
- Joseph, D. The practice of design-based research: Uncovering the interplay between design, research, and the real-world context. *Educational Psychologist* **2004**, *39* (4), 235-242.
- Kail, R. V.; Cavanaugh, J. C. *Human Development: A lifespan view*; 2nd ed.; Wadsworth: Belmont, CA, **2000**.
- Kattmann, U.; Duit, R.; Gropengiesser, H.; Komorek, M. Educational Reconstruction - Bringing together issues of scientific clarification and students' conceptions. In *Annual Meeting of the National Association of Research in science Teaching (NARST)*, St. Louis; **1996**; pp 1-21.

- Kjærbeck, S. *Historiefortælling i praktisk kommunikation*; Roskilde Universitetsforlag: Frederiksberg C, **2004**.
- Kofoed, P. Ih, hvor det ligner! In *Videobobservation*, Alrø, H.; Dirckinck-Holmfeld, L., Eds.; Ålborg Universitetsforlag: Ålborg, **1997**.
- Krapp, A.; Hidi, S.; Renninger, K. A. Interest, Learning, and Development. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 3-25.
- Krapp, A.; Fink, B. The Development and function of interests during the critical transition from home to preschool. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**.
- Krapp, A. An educational-psychological theory of interest and its relation to self-determination theory. In *The handbook of self-determination research*, Deci, E. L.; Ryan, R. M., Eds.; University of Rochester Press: Rochester, **2002**; pp 405-427.
- Krapp, A. Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction* **2002**, 12 (4), 383-409.
- Krapp, A. Interest and human development: An educational-psychological perspective. *Development and Motivation* **2003**, *BJEP Monograph Series II* (2), 57-84.
- Kruuse, E. *Kvalitative forskningsmetoder - i psykologi og beslægtede fag*; Dansk Psykologisk Forlag: **1989**.
- Kvale, S. Om Tolkning af kvalitative forskningsinterview. In *Voksenliv og lærerprocesser i det moderne samfund*, Gorm, B., Ed.; **1997**; pp 369-388.
- Kvale, S. *Interview. en introduktion til det kvalitative forskningsinterview*; 1. udgave ed.; Hans Reitzel: Kbh., **2007**.
- Larsen, M. A. Fremtidens Biologi. *Aktuel Naturvidenskab*, **2002**, pp 34-36.
- Lindblad, S.; Sahlström, F. Klasserumsforskning. En oversigt med fokus på interaktion og elever. In *Pædagogik - n grundbog til et fag*, Bjerg, J., Ed.; Hans Reitzels Forlag: København, **1998**; pp 224-257.
- Lipsky, J. Playwriting for museums or: How to make a drama out of slime molds. In *Case Studies in Museum, Zoo, and Aquarium Theater*, Maloney, L.; Hughes, C.; Adams, R., Eds.; The Technical Information Service: Washington, DC, **1999**; pp 9-19.
- Madsen, L. P.; Nielsen, R. H. *Det medicinerede menneske*; 1 ed.; Danmarks Farmaceutiske Universitet: Danmark, **2005**; Vol. 1.
- Martin, M. O.; Mullis, I. V. S.; Gonzales, E. J.; Chrostowski, S. J. *TIMSS 2003 International Science Report*; TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College: Chestnut Hill, MA, **2004**.
- McCormack, U. Playing at Politics: First-Time Voting in the 1997 UK General Election. *Politeia*, **1998**.
- Meiner, C. *Roland Barthes: en antologi*; Museum Tusculanum: **2007**; Vol. 18.

- Mejding, J. Ed. *PISA 2003 - danske unge i en international sammenligning*; København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag: **2004**.
- Miles, M. B.; Huberman, A. M. *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*; 2. ed.; Sage: Newbury Park, California, **1994**.
- Millar, R.; Osborne, J. *Beyond 2000*; Nuffield Foundation: **1998**.
- Miller, S. So Where's the Theory? on the Relationship between Science Communication Practice and Research. In *287*, 1 ed.; Cheng, D.; Claesens, M.; Gascoigne, T.; Metcalfe, J.; Schiele, B.; Shi, S., Eds.; Springer Science + Business Media B.V.: **2008**; p -275.
- Mitchell, M. Situational Interest - Its Multifaceted Structure in the Secondary-School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology* **1993**, *85* (3), 424-436.
- Mott, B. W.; Callaway, C. B.; Zettlemoyer, L. S.; Lee, S. Y.; Lester, J. C. Towards Narrative-Centered Learning Environments. Proceedings 1999. <http://citeseer.ist.psu.edu/mott99towards.html>, **1999**.
- Myrphy, P. K.; Alexander, P. A. A Motivated Exploration of Motivation Terminology. *Contemporary Educational Psychology* **2000**, *25* (1), 3-53.
- Nielsen, R. H. *Videnskaberfremtiden*; 1 ed.; VILLUM KANN RASMUSSEN FONDEN: Denmark, **2003**; Vol. 1.
- Oddershede, J. En mere attraktiv folkeskolelæreruddannelse. *Ny Viden*, **2008**, p 2.
- OECD *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World*; OECD Programme for International Student Assessment (PISA): **2007**.
- Oosterwegel, A.; Oppenheimer, L. *The Self-system: Development Changes Between and Within Self-concepts*; Lawrence Erlbaum Associates: **1993**.
- Osborne, J. Science Without Literacy: a ship without a sail? *Cambridge Journal of Education* **2002**, *32* (2), 203-218.
- Osborne, J.; Simon, S.; Collins, S. Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education* **2003**, *25* (9), 1049-1079.
- Osborne, J.; dillon, D. *Science Education in Europe: Critical Reflections*; The Nuffield Foundation: King's College London, **2008**.
- Owen, B. Narrative Comprehension and Enjoyment of Feature Films: An Experimental Study. *Annual Meeting of the International Communication Association* **2007**.
- Palludan, K. Videnskaben, Verden og Vi. Om naturvidenskab og hverdagstænkning; Aarhus universitetsforlag: Aarhus, **2000**.
- Pedersen, A. R. Forandring som fortælling. In *Historiefortælling i praktisk kommunikation*, Kjærbeck, S., Ed.; Roskilde Universitetsforlag: Frederiksberg, **2004**; pp 79-98.

- Prenzel, M. The Selective Persistence of Interest. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 71-98.
- Prenzel, M. Interest Research Concerning the Upper Secondary Level, College, and Vocational Education: An Overview. In *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*, Hoffmann, L.; Krapp, A.; Renninger, K. A.; Baumert, J., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN): Kiel, **1998**; pp 355-366.
- Rasmussen, T. A. Video mellem samtale og observation. In *Videobobservation*, Alrø, H.; Dirckinck-Holmfeld, L., Eds.; Ålborg Universitetsforlag: Ålborg, **1997**.
- Ravn, I. Hvem gider den upersonlige naturvidenskab? Om tretten bøger fra 2001. *Bogens Verden - Tidsskrift for kultur og litteratur* **2002**.
- Ravn, I. En humanvidenskab der forsker i idealer. *Erhvervspsykologisk Tidsskrift* **2006**, (4).
- Ravn, I. At forske en anden verden frem. *Tankestreger* **2007**, (5), 317-328.
- Roberts, D.; Erickson, G.; Liberg et al., C.; Kelly, G.; Martins, I.; Aikenhead, G.; Zeidler, D.; Sadler, T.; Brickhouse, N.; Case, N.; Sjøber, S.; Osborne, J.; Fensham, P.; Orpwood, G.; Tiberghien, A.; Deng, Z.; Bulte, A.; Jorde, D. Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction. Linder, C., Östman, L., Wickman, P.-O., Eds.; Geotryckeriet: Uppsala, Sverige, **2007**.
- Roberts, D. A. Scientific literacy/science literacy. In *Handbook of Research on Science Education*, Abell, S. K.; Lederman, N. G., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates: Mahwa, New Jersey, **2007**; pp 729-780.
- Roethlisberger, F. J.; Dickson, W. J. *Management and the worker: An account of a research program conducted by the Western electric company, Hawthorn Works*; Harward University Press: Cambridge, MA, **1939**.
- Rosholm, G.; Højbjerg, J. Historier der overbeviser... In *Historiefortælling i praktisk kommunikation*, Kjærbeck, S., Ed.; Roskilde Universitetsforlag: Frederiksberg, **2004**; pp 21-52.
- Ryan, R. M.; Deci, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology* **2000**, 25 (1), 54-67.
- Sandoval, W. A.; Bell, P. Design-based research methods for studying learning in context: Introduction. *Educational Psychologist* **2004**, 39 (4), 199-201.
- Säljö, R. *Læring i praksis. - et sociokulturelt perspektiv*; Hans Reitzels Forlag: København, **2003**.
- Schank, R. C. Interestingness: Controlling Inferences. 12 ed.; **1979**; pp 273-297.
- Schank, R. C. *Tell Me A Story*; 1 ed.; Northwestern University Press: Evanston, Illinois, **1998**.
- Schiefele, U. Topic Interest and Levels of Text Comprehension. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 151-182.
- Schiefele, U. Individual Interest and Learning - What We Know and What We Don't Know. In *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*, Hoffmann, L.; Krapp, A.;

- Renninger, K. A.; Baumert, J., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN): Kiel, **1998**; pp 91-103.
- Shamos, M. H. *The Myth of Scientific Literacy*; Rutgers University Press: New Brunswick, N.J., **1995**.
- Shirey, L. L. Importance, Interest, and Selective Attention. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 281-296.
- Shirey, L. L. Importance, Interest, and Selective Attention. In *The Role of Interest in Learning and Development*, 1 ed.; Renninger, K. A.; Hidi, S.; Krapp, A., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, New Jersey, **1992**; pp 281-296.
- Sjøberg, S.; Busch, H. Ungdomskulturen: Elevernes erfaringer, holdninger og interesser. In *Naturfag som almindannelse*, Klim: Aarhus, **2005**.
- Sjøberg, S.; Schreiner, C. How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE (the Relevance of Science Education). *APFSLT: Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* **2006**, 7 (1), Foreword.
- Stephenson, W. "Technique of Factor Analysis". *Nature* **1935**, 136, 297.
- Stephenson, W. *The Study Behavior: Q-technique and Its Methodology*; University of Chicago Press: Chicago, **1953**.
- Strauss, A.; Corbin, J. *Basics of qualitative research. techniques and procedures for developing grounded theory*; 2. edition ed.; Sage: Thousand Oaks, Calif., **1998**.
- Søderberg, A.-M. Konstruktion af identitet og mening i en organisatorisk forandringsproces. In *Historiefortælling i praktisk kommunikation*, Kjærbeck, S., Ed.; Roskilde Universitetsforlag: Frederiksberg, **2004**; pp 53-77.
- The Design -Based Collective Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher* **2003**, 32, 5-8.
- Todt, E.; Schreiber, S. Development of interests. In *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*, Hoffmann, L.; Krapp, A.; Renninger, K. A.; Baumert, J., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN): Kiel, **1998**; pp 25-40.
- Troelsen, R. Unges interesse for naturvidenskab - hvad ved vi og hvad kan vi bruge det til? *MONA* **2005**, (2), 7-21.
- van den Akker, J. *Educational Design Research*; London, **2006**.
- Wertsch, J. V. *Voices of collective remembering*; Cambridge University Press: **2002**.
- Whang, P. A.; Hancock, G. R. Motivation and Mathematics Achievement: Comparisons between Asian-American and Non-Asian Students. *Contemporary Educational Psychology* **1994**, 19 (3), 302-322.
- Wolcott, H. *Writing up qualitative research*; Sage: Newbury Park, CA, **1990**; Vol. 20.

- Wood, D.; Bruner, J. S.; Ross, G. The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* **1976**, 17 (2), 89-100.
- Zwaan, R. A.; Langston, M. C.; Graesser, A. c. The construction of situation models in narrative comprehension. 6 ed.; **1995**; pp 292-297.
- Zwaan, R. A.; Radvansky, G. A. Situation models in language comprehension. *Psychological Bulletin* **1998**, 123, 162-185.
- Zwaan, R. A.; Madden, C. J.; Stanfield, R. A. Time in narrative comprehension: A cognitive perspective. In *The Psychology and Sociology of Literature*, Schram, D.; Steen, G. J., Eds.; John Benjamins Publishing Company: Amsterdam, The Netherlands, **2001**; pp 71-86.
- Ødegaard, M. The Drama of Science Education. University of Oslo, **2001**.

Epilog

Min egen fortælling om at blive uddannelsesforsker og min tak til de mange, der har bidraget...

I løbet af min tid som ph.d. stipendiat er det hændt, at jeg, i et mørkt øjeblik, har spurgt mig selv, hvorfor det er, jeg har kastet mig ud i dette projekt. Heldigvis har svaret aldrig været svært at finde: Jeg synes naturvidenskab er fantastisk, og jeg ønsker at flere kan få den holdning og få de mange gode oplevelser med naturvidenskab, som jeg kan se tilbage på – og ikke mindst se frem til! Men; når nu jeg synes naturvidenskab er dybt fascinerende og på intet tidspunkt har været i tvivl om, at det var inden for den videnskab jeg ville uddanne mig – hvordan har det så været at arbejde med et projekt domineret af humanistisk tankegang, metoder og paradigmer? Dette spørgsmål blev jeg stillet for nylig, da jeg var til fest sammen med en gruppe af mine fagfæller fra Civilingeniørstudiet på Danmarks Tekniske Universitet. I mange år har jeg kunnet spejle mine egne værdier og holdninger i mine venner, og i samværet med dem har jeg følt mig som en del af et større fællesskab. Foranlediget af spørgsmålet svarede jeg, at jeg havde erkendt, at jeg ikke kom langt ved at tænke på kontrolgrupper, standardafvigelse, kvantitative studier og generaliseringer, da eleverne som jeg undersøger ikke kan måles og kvantificeres – der er ikke et facit med to streger under, og eleverne er ikke som de rotter jeg havde gående i et respirationskammer i løbet af mit speciale. Derimod er de mennesker med en historie i bagagen, placeret i en kompleks og farvestrålende kontekst, drevet af følelser, selvstændige tanker og handlinger. Med ét indså jeg, hvor lang en rejse jeg har været på – og stadig befinder mig på. Jeg kunne ikke længere spejle mig i mine venner på samme vis som før og det var ok – jeg var stadig tryk i deres selskab og følte ikke det store behov for at missionere for min nye indsigt. Men jeg går nu i mit stille sind og føler, at jeg er privilegeret over at have fået mulighed for at få et indblik i både den humanistiske og den naturvidenskabelige verden. Jeg er blevet aktør i begge verdener og har fået øjnene op for styrken ved de forskellige videnskaber og for, hvor vigtigt det er at være åben og positiv overfor det ukendte.

Der er mange jeg gerne vil takke for deres bidrag til min erkendelsesrejse. Først og fremmest er jeg meget taknemmelig for, at mine vejledere Ole G. Mouritsen og Claus Michelsen har givet mig mulighed for at gennemføre dette ph.d. forløb. Ole har med sin fordomsfrie tilgang til eksperimenterende forskningsformidling været en stor inspirationskilde, og Claus har gavmildt inviteret mig med ind i naturvidenskabsdidaktikkens verden og skabt et center, der har givet mig mange gode kollegaer og venner, som har været en stor støtte og til megen hjælp igennem hele forløbet.

I den forbindelse må jeg fremhæve Jan Alexis Nielsen, der, om nogen, har engageret sig i mit projekt og fundet en balance imellem kvalificeret konstruktiv kritik og empatisk støtte og venskab, hvilket har været uvurderligt – særligt i den sidste fase af projektet.

Der er en lang række lærere, der har fundet tid til, midt i Gymnasireformens omtumlede start, at samarbejde med mig om de undervisningsforløb jeg havde brug for at afprøve. For dette er jeg meget taknemmelig. Samtidig er der en række elever, der velvilligt har ladet mig få indblik i deres gymnasiale virke og tanker i den forbindelse, hvilket har været afgørende for den empiriske del af projektet.

Til Ann-Marie Pendrill retter jeg en stor tak for den måde, hvorpå hun med sin kærlige, vidtfavnende og energiske tilgang til projekter, og ikke mindst andre mennesker, inviterede mig indenfor i sit private og professionelle rum i Göteborg. Hun gjorde mig for en stund til en del af det spirende naturfagsdidaktiske miljø på Göteborg Universitet.

Bent, Mimo og Anders fra Center for Kunst og Videnskab vil jeg gerne takke for deres store åbenhed og hjælpsomhed i forhold til min forskning. Det er inspirerende at opleve mennesker hos hvem der er højt til loftet, og som ikke går på kompromis i deres udfoldelse af innovative og æstetiske repræsentationsformer.

Jeg føler en særlig taknemmelighed overfor min kærlige familie og ikke mindst min tålmodige mand, der har støttet mig, når der var behov, ladet mig i fred med mine tanker, når de fyldt det hele, og givet mig plads til at skrive hvad Anthon og Kathrine forstår som "min bog". I den forbindelse skylder jeg en særlig tak til mine hjemvendte forældre for deres uforbeholdne hjælp og forståelse igennem hele forløbet.

Jeg har i løbet af projektet mødt utroligt mange mennesker, der med deres interesse, opmuntring og konstruktive kommentarer har støttet mig i mit projekt. Jeg har forstået, at et virke som forsker handler om at bevare sin nysgerrighed, sit behov for at påvirke og forandre verden, ønsket om at dele ens fascination med andre og ikke mindst at bevare interessen for andre mennesker og deres forskning.

Stinne Hørup Hansen

September 2008

Kode	Farve	Kode	Farve
Scaffold		Plotpunkter	
Interdisciplinær		Krydderi	
Følelser		Forskningsprocessen	
Personkarakteristik		Punchlines	
Udtrykket			

Kommentarer i transskriptionen

Sceneskift/emneskift)

Rødt: Bølgemodellen

Blåt: Beskrivelse af sektionens indhold

I parentes: (Tid)

1 Transskription af videnskabsteaterforestillingen

2 Den Magiske Kugle

3 Anslag

4 På skærmen:

5 Denne forestilling bygger på en sandfærdig historie om, hvordan forskere siden begyndelsen af 1900-
6 tallet har drømt om at skabe magiske kugler, der kan smugle medicin ind i syge celler, så den kun virker
7 dér, uden at skade kroppens raske celler.

8 Enhver forbindelse til virkeligheden er tilsigtet, og de medvirkende er tilknyttet Syddansk Universitet.

9 Præsentation af de medvirkende

10 Jonas

11 Jeg hedder Jonas, jeg er medicinstuderende og drømmer om en dag, at kunne kurere sygdomme med
12 magiske kugler. (kigger op)

13 Anne

14 Jeg hedder Anne og er molekylær biolog. Jeg er lige begyndt at forske og jeg giver celler helt nye
15 egenskaber ved hjælp af magiske kugler. (læner sig frem)

16 Ole

17 Jeg har forsket de sidste 30 år. Min forskning har været med til at skabe noget af den viden, der skal til for
18 at skabe magiske kugler. I øvrigt hedder jeg Ole, og jeg arbejder på samme universitet som Anne og Jonas.
19 (Kommer frem bag skærmen)

20 Præsentation af det faglige indhold

21 Vi får at vide, hvad magiske kugler er (nutid)

22 Ole (ved sandkasse, kigger ned i sandet)

23 Verden er forunderlig. Der er nogle ting, der er så ufattelig store, galakser, stjerner, men alligevel er de så
24 langt væk, at vi ikke kan se dem med vores blotte øje. Så vi skal ha specielle instrumenter, teleskoper,
25 kikkerter, for bare at få et glimt af dem. Så er der nogle ting, som er ganske tæt på os. Vores celler,
26 molekyler, atomer, der er så små, at vi ikke kan se dem med vores blotte øje. Så vi skal have nogle helt
27 særlige instrumenter, for bare at se et glimt af dem. Så er der vores verden. Jorden, os selv, sandet her og

det fascinerende, hvad enten det er kæmpe stort eller bitte småt, hvad enten det er fjernt eller tæt på os, hvad enten det er levende eller dødt, så er det beskrevet ved den samme fysik og ved den samme kemi. Det er forunderligt, hvordan tingene i naturen, de mindste dele, organiserer sig og bliver til strukturer og mønstre, spiralgalakser eller grenene på træerne, eller vandmolekylerne, der laver de fineste snefnug, snekrystaller og den indre struktur i vores celler. Det er fantastisk, at selvom nogle af de her mønstre og strukturer er komplekse, så er de tit beskrevet af de samme meget simple og grundlæggende principper. Tag nu bare sådan noget simpelt noget som fedtstoffer og vand, hvis vi blander dem, så kan de danne forskellige mønstre, nogle er meget komplekse, nogle er simple, som små kugler, små kugler af fedt som er ganske runde (Tegner cirkler i sandet med en pind). Nogle af dem er hule indeni. Det er fantastisk, vi kan putte ting indeni dem, for eksempel lægemidler, stoffer, der kan bekæmpe svære sygdomme som kræft. Det er fantastisk, at vi kan arrangere os sådan med kuglerne at vi kan sende dem ind i blodet, så de kan finde frem til sygdommen og helbrede den. Det er helt utroligt, at videnskaben, fysikken og kemien, og biologien og de begreber som vi benytter indenfor videnskaben, statistisk termodynamik, lipiders faseegenskaber, polymerers konformationskompleksitet, de kan give os en viden i hænde, så vi kan konstruere, de her små kugler, så de kan, helt af sig selv, finde frem til kræftkuglen og måske helbrede den. Er det da så mærkeligt at vi kalder dem magiske kugler? (Kunstpause lige inden sætningen. kigger nu direkte på publikum.)

Uddybning

Paul Erlich og hans vision præsenteres (Forskningens begyndelse, 1902)

Oplæser(lirekassemusik spiller i baggrunden)

Ideen til at bekæmpe sygdomme med små giftige kugler, blev fremsat af den tyske nobelprismodtager Paul Erlich, for mere end 100 år siden. Han sekretær, Martha Marquardt, skriver i sin erindringsbog om Paul Erlich, hvordan han i et nattog, fra Berlin til Frankfurt, fortæller to engelske videnskabsmænd om sin vision.

I mine studier indenfor immunologien har det slået mig, at det burde være muligt, ved systematiske kemiske og biologiske eksperimenter, at finde kunstigt fremstillede stoffer, som har en specifik virkning overfor bestemte sygdomme. Vi må altså fremstille kemiske stoffer, som erstatter serumterapi med kemoterapi. Det vil blive en vanskelig opgave, fordi det vil være nødvendigt at finde stoffer, som har en destruktiv virkning på sygdommen, men som kun i ringe grad – eller slet ikke – skader kroppens raske organer. Det betyder, at vi må lære at angribe de syge celler med kemiske stoffer, stofferne bliver herved som magiske kugler, der rammer de mål, de er bestemt for.

Uddybning

Pædagogisk gennemgang af Paul Erlichs vision og tiden han levede i (Fortællingens start, 1902)

Anne

På Erlichs tid, da var serumterapi det bedste våben i kampen mod de bakterier, der trænger ind i kroppen og gør os syge. Og seruminstitutioner, de skød op over hele verden, også her i Danmark, hvor statens seruminstitut blev indviet i 1902. Faktisk, så var Paul Erlich med ved indvielsen (peger på billede af Paul

Erlich) og han var gode venner med den berømte danske forsker, Thorvald Madsen, der blev direktør for instituttet i 1909. På de her seruminstitutter, da tog man en bakterie eller det toksin, som forårsagede en sygdom og sprøjtede den ind i et stort dyr, f.eks. en hest. Hesten, den producerer så antistoffer, som kan slå sygdommen ned, og det var de her antistoffer som Paul Erlich opfattede som naturlige magiske kugler. Hestens antistoffer, de kan overføres til et menneske, ved hjælp af serum, som man udvinder fra hestens blod (peger på hesten på skærmen). Og på den her måde, så kunne hestens antistoffer altså kurere den samme sygdom i et menneske. Men man måtte også erkende, at der var sygdomme, som man ikke kunne kurere med serumterapi. F.eks. så var syfilis en uhelbredelig sygdom på Dr. Erlichs tid, og syfilis er jo ellers netop en sygdom, som forårsages af en bakterieinfektion, nemlig af bakterien *Triponema pallidum*, der kom til Europa, ombord på et af Collumbus's skibe. (Løfter øjenbrynene og smiler skævt) Så da Erlich, for mere end 100 år siden, foreslår, at man kan erstatte serumterapi med kemoterapi, altså at man kan behandle sygdomme med kemiske stoffer, så er der virkelig tale om et paradigmeskift. Det er en helt ny tilgang til sygdomsbehandling, og det kan selvfølgelig være svært at forstå for os, fordi vi har apoteker, der er fyldt med kemiske stoffer. Erlich fik ideén til at han kunne bruge kemien til at fremstille magiske kugler med, fordi han kombinerede sin viden om de naturlige magiske kugler, altså antistoffer, med sin viden om de syntetiske farvestoffer, der havde interesseret ham lige siden sin ungdom. Han fik de syntetiske farvestoffer fra den tyske beklædningsindustri, og han havde opdaget, at visse af de her farvestoffer, de kunne binde specifikt til bakterier. Ud fra de her eksperimenter, så fik han så ideen med, at han kunne bruge kemien til at fremstille magiske kugler med, hvis det kunne lykkedes ham, at finde et kemisk stof, der kunne binde til og dræbe bakterierne, uden at skade kroppens egne celler. Med sådan et kemisk stof, så ville han kunne kurere sygdomme, som man ikke kunne få bugt med med serumterapi. Så Erlich, han besluttede sig for at han ville finde et kemisk stof, som kunne kurere syfilis, og han testede, systematisk, mere end 600 kemiske stoffer på dyr. Det var selvfølgelig et kæmpe stort og tidskrævende arbejde. Men han var drevet af den samme lyst, som driver forskere i dag, nemlig lysten til at blive ved med at udforske verden omkring os, og det kommer også tydeligt til udtryk i sekretærens bog om Erlich.

Stemme (højtlesning fra bogen)

Hvad verden betragtede som et endeligt resultat af Erlich's dybdeborende forskning, betragtede Erlich selv som afsættet for nye rejser ind i det ukendte.

Sang

Answers today or tomorrow perhaps. If not today maybe Friday, perhaps. So they are waiting and trying and thinking – and reconsidering.

Answers today or tomorrow perhaps. If not today maybe Friday, perhaps.

Konflikten opstår

Behov for metode så det kun er kræftceller, der udsættes for cellegift (Nutid)

Anne

Så Erlich havde en vision om at skabe en magisk kugle, der kunne dræbe bakterier uden at skade kroppens egne celler. Vi vil gerne lave en magisk kugle, der kan dræbe kræftceller uden at skade kroppens raske celler. Og det gør tingene lidt mere komplekse, fordi en bakterie det er på mange måder en helt

anden livsform end kroppens egne celler er. Og det Erlich han opnåede det var at designe et kemisk stof, der kunne ødelægge bakteriens overlevelseshemmeligheder, men ikke cellens på grund af forskelligheden imellem de to organismer. Men en kræftcelle det er jo stadig en af vores egne celler, og på mange måder da vil den stadig væk minde om en rask celle. Faktisk så er det sådan at de kemostoffer, de cellegifte, som man bruger i kemoterapien i dag til at dræbe kræftceller med, de vil også dræbe de raske celler og derfor så har kræftforskningen i de senere år fokuseret på at finde en metode som skal sikre at det kun er kræftcellerne der bliver udsat for cellegiften.

Jonas

Jeg har kontakt til et firma der arbejder med lige præcis den her mission. Det hedder LiPlasome Pharma A/S og blev skabt i 2001 med det formål at skabe magiske kugler af fedt, som kan indkapsle cellegiften, så man kun rammer de syge celler.

Den her kontakt, den opstod igennem mit medicinstudie, hvor jeg mødte en forelæser fra MEMPHYS, som inspirerede mig meget. Vi mødtes tit og diskuterede alt, lige fra forskning til livets mening, og da jeg altid har vidst, at jeg ville forske i løbet af mit medicinstudie, så satte vi os ned og lavede et projekt, som inkorporerede det MEMPHYS er bedst til, altså lipider og membranners basale fysiske og kemiske egenskaber. Samtidig, så tog vi en forskningsgruppe fra hospitalet med, der hed Ditzellab, som er eksperter indenfor cancer. På den måde, så kunne vi også tage LiPlasome med, som har et tæt samarbejde med MEMPHYS. Cancer er en af vores tids store sygdomme, men stadig så findes der en masse ting indenfor den moderne cancerterapi, som ikke er løst endnu.

Status for kræftforskningen (Nutid)

For eksempel er det sådan, at når man indgir cellegift i kroppen, så vil man altid både ramme de raske og de syge celler. Samtidig så er det ligegyldigt om man bruger traditionel terapi, stråleterapi eller kirurgi, så kan man aldrig være sikker på at man har fjernet den sidste rest af cancervæv fra kroppen. Og cancerceller de har den evne at de kan gendanne kræftsvulster i kroppen fra nogle meget få celler. På den måde, så ser man folk, man troede var blevet helt raske, blive endnu mere syge på ny, fordi de får en masse små svulster rundt omkring i kroppen. De her magiske kugler, som LiPlasome har udviklet (holder på en af kuglestolene), de gør det muligt kun at ramme de syge celler, men samtidig er det sådan, at de magiske kugler, de vil nå rundt overalt i kroppen og på den måde ramme alt, lige fra de største modersvulster til de mindste datterceller. Det har taget dem seks år at komme fra grundvidenskab, hvor Ole og MEMPHYS har bidraget med meget, til forsøg på cancercellelinier og nu til forsøg på dyr. Rent praktisk, så gør man det, at man tager cancerceller fra et sygt menneske og sprøjter det ind i musen. På den måde, så skaber man svulster i musen, som man nu kan prøve at behandle med de her magiske kugler. Det har LiPlasome gjort, og resultaterne de viste, at man ikke alene stoppede cancerens vækst fuldstændig, men der kom heller ikke nogen bivirkninger. Det er ret imponerende, og da de fremlagde det på nogle konferencer i USA, så blev det modtaget med så stor interesse og entusiasme, at det har skabt en helt særlig stemning på LiPlasome. Det er nu bevist at det virker i dyr og der står bare tilbage at bevise at det virker i mennesker, og de forsøg, de begynder til sommer.

Sang

141 Answers today or tomorrow perhaps. If not today maybe Friday, perhaps. So they are waiting and trying
142 and thinking – and reconsidering.

143 Answers today or tomorrow perhaps. If not today maybe Friday, perhaps.

144 (Performerne går hen og sætter sig i kuglestolene)

145 *Bangham præsenteres (1960'erne)*

146 *Oplæser*

147 *I starten af 60'erne var der en stærk forskningsgruppe på Babraham Institute i Cambridge, som*
148 *interesserede sig for cellemembraner. Her finder vi nøglen til, at man i dag, er i stand til at designe de*
149 *fedtkugler, der kan sendes ind i kroppen ladet med medicin. En af gruppens medlemmer var den nu 85*
150 *årige Alec Bangham.*

151 *Alec Bangham*

152 Fortunately at this time the institute had gotten an electron microscope...(jeg oversætter til dansk)

153 På dette tidspunkt i 1960 havde instituttet heldigvis anskaffet sig et elektronmikroskop. Det var en stor
154 bedrift for et institut som vores – en stor ting.

155 Vi blev nødt til at hyre en person udefra til at betjene det. *Og jeg var med i den komite, som udpegede*
156 *denne person.*

157 *Blandt de mange ansøgere var en person ved navn Bob Horne. Han sejlede ligesom jeg selv, og han fik*
158 *derfor min stemme! Og fordi jeg skaffede ham ind, og vi begge sejlede, fik jeg som den første lov til at*
159 *prøve elektronmikroskopet.*

160 Han var på daværende tidspunkt ekspert i "negativ farvning". Det var den måde han brugte mikroskopet
161 på. *Jeg anede ikke, hvad "negativ farvning" var, så jeg sagde til Bob: "Lad os prøve at tilføje lidt negativ*
162 *farve til de tørre phosphorlipider, ryste dem godt og grundigt og kigge på det under mikroskopet." Det*
163 *gjorde vi så, og hvad fik vi øje på? De smukkeste billeder!*

164 Og vi behøvede blot at kigge på to eller tre af de første par billeder for at indse, at de viste sækkelignende
165 mønstre. *Alle disse partikler var altså sække! Det er da umådeligt spændende!* *Og bingo: Det var præcis*
166 *det øjeblik, hvor vi indså, at vi havde en model af en cellemembran.* På dette tidspunkt anede ingen, hvad
167 en cellemembran bestod af. Altså, man havde en fornemmelse men ingen reelle beviser. *Det var*
168 *kontroversielt, om en cellemembran faktisk var en dobbeltlagsstruktur.*

169 *Men Bob Horne og jeg lavede jo disse billeder med velkendte membranmolekyler og bingo: Alle troede på*
170 *os, for dette var det første håndgribelige bevis på, at cellemembranerne var lavet af dobbeltlag af*
171 *phosphorlipider.*

172 *Uddybning*

173 *Kort opsummering og uddybning af Banghams opdagelser (Nutid)*

174 *Ole (sidder i kuglestolen)*

175 Lige siden Bangham så de her små sække under sit mikroskop, vi kalder dem liposomer, lige siden
 176 dengang har det været en drøm at udnytte dem til at fremføre lægemidler. De har tilsyneladende alle de
 177 egenskaber man kunne ønske sig. De er robuste, og bløde, de er lavet af naturens egne fedtstoffer, de er,
 178 så at sige, naturens egen nanoteknologi. De kan laves ganske små, og de kan sendes ind i blodbanen og
 179 de kan cirkulere rundt i kroppen og komme frem til det syge væv, hvor de kan ligge og vente på, at der
 180 kommer en nøgle og åbner dem.

181 [Alec Bangham forklarer om forsøgene](#) (1960'erne)

182 *Alec Bangham*

183 Jeg udførte en række eksperimenter, hvor man fyldte disse liposomer med radioaktivt kalium eller
 184 rubidium.

185 Jeg sørgede for at holde dem varme ved 37 °C under omrøring i op til et døgn, og næsten ingenting slap
 186 ud. Det som forsøgte at komme ud blev holdt tilbage af en væskeagtig hinde, som kun var to molekyler
 187 tyk.

188 **Det er da fantastisk – nøjagtig ligesom disse sæbebobler! Er det ikke fantastisk, at de er så stabile?** De
 189 bliver blæst rundt i rummet, og de er kun to molekyler tykke! De er enormt stabile! Men, hvor
 190 sæbebobler har luft indeni og udenpå, har liposomerne vand indeni og vand udenpå. Hvilket fungerer
 191 fint, og man kan både gøre dem større og mindre. Der er ingen tvivl om, at disse membraner i naturen
 192 fungerer som ekstremt effektive skjold, bag hvilke liv kan udvikle sig. Der er ingen tvivl om, at membraner
 193 kom først, og liv kunne slet ikke have udviklet sig i en så avanceret retning uden membraner.

194 **Membranes came first. Life could not have become complicated without membranes.**

195 Og så er vi igen tilbage ved vand.

196 Its back to water.

197 Det drejer sig i virkeligheden om, hvorvidt man kan tvinge vand til at gøre noget, som det ikke vil. Giv
 198 vand muligheden, og alt hvad der er orden, forvandles til uorden, fordi vand er til stede i så høj
 199 koncentration. Så det er altså entropi, der er drivkraften bag alle disse ting.

200 *Sang*

201 Elsker vand. Its back to water. Jeg kan mærke livet. Jeg kan mærke livet, elsker vand, I fear its coming
 202 closer. Its back to water. I fear its coming closer, raindrops on my face. Elsker vand.

203 Jeg kan mærke livet. Membranes came first. Jeg kan mærke livet, running through my veins.

204 **Uddybning**

205 [Faglig gennemgang af lipider, faseegenskaber, vand og entropi, som bl.a. blev nævnt af Bangham](#) (AI-tid)

206 *Ole (sidder på phosphorlipid-bro med fødderne i vand)* **(meget gestikulerende i denne sekvens)**

207 Det er I mødet mellem vand og fedtstoffer, liposomerne optræder. De fedtstoffer, som Bangham fortalte
 208 os om, er en helt særlig slags fedtstoffer, vi kalder dem lipider, eller phosphorlipider. Og de har den helt
 209 særlige egenskab at, når de bliver blandet med vand, så arrangerer de sig i lag, dobbeltlag, eller

membraner kalder vi dem. Som Bangham siger, er de kun to molekyler tyk, et ganske tyndt lag, hvor der er vand på begge sider og som lukker sig i sig selv som en sæk, et liposom. Vi er vant til at opdele stoffer med hensyn til, hvordan de opfører sig når vi putter dem i vand. Vi kender alle sammen fra køkkenet at der er stoffer, olivenolie, f.eks. som når vi blander dem i vand, så skiller de. De er uforenelige med vand. De hader vand. Vi kalder dem hydrofobe, så når vi laver en salatdressing og tager og blander olivenolien med vineddiken og ryster det godt, så ved vi godt at, efter nogen tid så skiller olien og løber sammen til små dråber, som løber sammen til større dråber, som igen laver endnu større dråber, og til sidst er alt olien ovenpå og vineddiken er nedenunder. Oliens flyder ovenpå fordi den er lettere, vægtfylde er mindre, så det skiller. Så er der også nogle andre stoffer, som har det fuldstændig modsat, de elsker vand. Vi kalder dem hydrofile. Der kender vi også en ting fra køkkenet, alkohol, sprit, som blander i vand i alle forhold. Vi ved det er nemt at blande gin og tonic, lidt gin og meget tonic, eller omvendt.

Og så er der faktisk også en helt tredje slags stoffer. Nogle, der ikke kan beslutte sig. Nogle, der har blandede fornemmelser i forhold til vand. Vi kalder dem amfifile. Og det er lige præcis det, den egenskab som Banghams phosphorlipider har. De har den egenskab at de elsker vand, på en side, og hader vand, på den anden side. Og grunden til at det er sådan, det er, at består af molekyler som vi siger, har et hoved som elsker vand. Det vil altså gerne være opløst i vand, og så har det to haler (viser med hænderne, hovedet og halerne), og halerne er det der hedder fedtsyrer, det vil sige det er olie, og olien kan ikke lide vand. Men halerne er altså bundet sammen med hovedet, og de skal altså leve sammen, så når denne her slags molekyler kommer ned i vand, så får de en konflikt, de bliver frustrerede. Den måde de løser konflikten på det er at de arrangerer sig i dobbeltlag, med hovederne udad og halerne indad. Molekyler ved siden af hinanden, som alle sammen forsøger at få så mange af deres hoveder som mulig ud mod vandet, enten på den ene side eller på den anden side, og halerne ind mod hinanden, afgrænset fra vand, så vi får dannet det her lag, dobbeltlag, som lukker sig i sig selv fordi vi kan ikke ha nogle ender, hvor der er noget der er olieagtigt. De lukker sig altså, helt af sig selv, spontant, og liposomet er dannet.

Vand

For at forstå, hvordan forskellige stoffer opfører sig i forhold til vand på den måde de gør, så skal vi lige se lidt på, hvad vand er. Og vand er jo noget vi tager for givet. Vi har det i vores dagligdag, vi drikker vand, 70% af vores krop er vand, der er vand i vores søer og vandløb, der har faktisk været rigtig meget vand i den her vinter, flydende vand. Trefjerdedele af jorden er dækket af vand. Ja faktisk er vand helt afgørende for liv, som, Bangham også fortalte os. Men vi tager for givet, at vand er helt almindeligt. Men faktisk er vand noget helt usædvanligt. Man kan lave en lang liste over alle de egenskaber vand har som er meget ekstraordinære, måder, hvorpå vand det adskiller sig fra andre stoffer. Der er over 60 forskellige egenskaber man kan opregne. Og nogle af dem kender vi alle sammen, men vi tager dem også for givet. For eksempel, vand har et meget højt kogepunkt. Det koger først ved 100 grader. Det er helt usædvanligt at stoffer, der består af små molekyler som vand, som trods alt bare består af et iltatom og to brintatomer, har et højt kogepunkt. Og andre molekyler, som er små har meget lavere kogepunkter. Så er der også en anden ting, som er besynderlig, og som vi tager for givet, og som vi sikkert slet ikke tænker over. Men når vand fryser og bliver fast, bliver til is. Ja, så flyder det ovenpå. Så når en sø fryser, eller havet fryser, så lægger isen sig ovenpå og det flydende vand nedenunder. Det vil sige at den faste form af vand, den faste tilstand af vand er lettere, har en lavere vægtfylde end den flydende. Det er også helt

250 usædvanligt, der er ikke andre stoffer, der har det på den måde. Heldigvis er det sådan, fordi som
251 Bangham fortalte os, så er liv og vand meget tæt knyttet til hinanden. Man kunne ikke forestille sig at liv,
252 som vi kender det, ville kunne opstå på jorden, hvis det var sådan, at isen, når vandet fryser, falder til
253 bunden. Så ville havene fryse fra bunden. Det vil sige at det sted, hvor livet er opstået ville være frosset
254 til. Der er en tredje egenskab som vi har vældig meget glæde af her i Danmark, hvor vi, selvom vi bor
255 meget højt mod nord, så har vi et meget mildt klima, et tempereret klima, selvom vi er meget højt oppe
256 mod nord. Og det skyldes selvfølgelig, at vi har et land, som består af øer, som ligger i vand. Og den
257 egenskab vi benytter her af vand, som gør at vi har milde vintre, normalt. Det er, at **vand er rigtig god til**
258 **at holde på varmen.** Vand har en usædvanlig høj varmekapacitet, og det betyder så, at selv sådan en vinter
259 som vi har i år, som er meget mild, selv når vi får meget kolde vintre ved vinde fra Sibirien, ja så vil det
260 slet ikke kunne nå at køle ned sådan at vi får en isvinter, fordi vand er god til at holde på varmen. Og
261 tilsvarende, hvis vi har fået en kold vinter og det har været koldt i rigtig lang tid og vandet fryser, så bliver
262 vinteren som regel meget lang, fordi der skal meget varme til at opvarme vandet.

263 Så vi kan have vand på fast form og flydende form og det, der adskiller de to former, og som er helt
264 afgørende for at forstå, hvad det er der sker, når vi blander fedtstoffer i vand. Det har noget at gøre med,
265 hvordan vandmolekylerne forholder sig i forhold til hinanden. Fast vand, eller is, det er også det vi kalder
266 en krystal. Og i en krystal, da sidder vandmolekylerne pænt arrangeret i forhold til hinanden. Hvert
267 vandmolekyle har fire naboer, og de sidder pænt arrangeret, og selvom det enkelte vandmolekyle godt
268 kan sidde og vibrere lidt, så bliver det på sin plads – medmindre vi varmer på det! Og varmer så meget på
269 det, at vi kommer op til smeltepunktet. Ja, så vil molekylerne pludselig bevæge sig rundt imellem
270 hinanden. Vi siger, de diffunderer rundt mellem hinanden, og vi har nu pludselig fået en væske. Men det
271 betyder ikke, at vandmolekylerne ikke længere forholder sig på en bestemt måde i forhold til hinanden.
272 De binder sig stadigvæk til hinanden. I krystallen, hvor vandmolekylerne sidder pænt orienteret i forhold
273 til hinanden, så binder de med noget vi kalder brintbindinger, en meget speciel egenskab ved vand. Når
274 vandet nu bliver flydende, så betyder det ikke at brintbindingerne ikke længere er der. Der er faktisk
275 stadigvæk brintbindinger mellem vand, men i modsætning til hvor vandmolekylerne sidder fast i isen, ja
276 så bevæger de sig nu rundt imellem hinanden og bindinger brydes og dannes og brydes og dannes. Ja
277 faktisk er det sådan at, **i løbet af et sekund, så vil et vandmolekyle give hånd til sin nabo og give slip igen,**
278 **altså binde og give slip igen, flere milliarder gange i løbet af et sekund.** Så vi siger vi har et netværk af
279 brintbindinger i vand, hvert vandmolekyle kan danne op til fire brintbindinger med sine naboer, og det
280 giver vand en særlig stabilitet, en særlig struktur. Og det er faktisk grunden til, at flydende vand har de
281 egenskaber, som vi talte om.

282 Entropi og dannelse af liposomer

283 Nu sagde jeg at, **i is sidder molekylerne pænt ordnet i forhold til hinanden og i vand da drøner de rundt**
284 **imellem hinanden.** Vi beskriver den her grad af henholdsvis orden og uorden, indenfor fysikken, med et
285 begreb som vi kalder entropi. Og entropi er et mål for systemets orden. Vi siger, når vi har høj grad af
286 orden, så har vi lav entropi. Så is har lav entropi og vand, hvor der er meget uorden, hvor der er meget
287 rod, der har vi høj entropi. Og der er et helt generelt princip, som gælder i naturen, for systemer under
288 passende betingelser, eller for eksempel for universet som helhed. Der er en universel lov, som siger at
289 entropien, den er altid voksende. Det vil sige, at systemer, der bliver overladt til sig selv, de vil gå mod

uorden. Naturen stræber mod uorden. Så der er et maksimeringsprincip i spil. Og det er præcis det der gør, som Bangham fortæller os, det der gør at vi får ordnet fedtstofferne i liposomer, det har noget at gøre med vandets entropi. Så når vi nu kommer med vores oliemolekyler, lad os sige olivenolien, og putter den i vand, ja det der er grunden til at olivenolien ikke kan opløses i vand det er at, den kan ikke danne brintbindinger med vand, så de vandmolekyler, der sidder omkring olien, ja de kan ikke længere danne det samme dynamiske brintbindingsnetværk. Ja faktisk er det sådan, at vandmolekylerne, de får en vis grad af orden. Faktisk næsten det som man har i, det man kalder, amorft is. Det koster entropi, entropien bliver lavere. Det er ufavorabelt, derfor vil olien helst ikke have kontakter med vandet, eller vandet vil ikke ha kontakter til vandet. Det vil sige at olien løber sammen, og vi får denne her separation af olie fra vand. Og det er de samme drivkræfter, der gør at vi får dannet de her dobbeltlag, for der har vi hovederne på den ene side og halerne på den anden side og hovederne vender ud mod vand, de kan godt danne brintbindinger og halerne vil ikke få vand. Så det, at vi nu har plaget vandet med at hælde de her phosphorlipider ud i vandet, gør at de bliver frustrerede, vi tvinger, som Bangham sagde, vi tvinger vandet til at gøre noget det ikke vil, for vandet vil gerne danne brintbindinger, systemet løser det ved at danne liposomet. Og det afgørende her er det, at det sker helt af sig selv. Det er en spontan proces, og det har noget at gøre med entropien i hele blandingen af vand og fedtstoffer. Så det har ikke noget at gøre med at de enkelte fedtstoffer gerne vil være tæt på hinanden. Det har noget at gøre med entropien i hele systemet. (på skærmen ser vi grafik over phosphorlipider der samler sig og danner en dobbeltlag, en cellemembran) Denne her slags processer, hvor vi har mange elementer, i dette her tilfælde mange molekyler og der er måske hundrede tusind, eller en million, eller endnu flere fedtstofmolekyler i et liposom. Det at de organiserer sig i vand, og gør det helt af sig selv, det kalder vi selvorganisering eller selvsamling. Man ser den slags processer mange forskellige steder i naturen, og her sker det altså helt af sig selv. Og det at der skal mange molekyler til, gør at vi kalder det et kollektivt fænomen. Vi kan ikke tage et enkelt molekyle og spørge: "Er du liposom eller ej?" eller for eksempel et vandmolekyle, hvis jeg tager et vandmolekyle ud af væsken her og hvis jeg kunne kigge på det, hvad jeg jo ikke kan, og spørger er du is eller flydende vand eller er du vanddamp. Jamen det giver ikke nogen mening, egenskaben is, flydende vand eller damp, det er en egenskab ved mange molekyler, vi kalder det er kollektivt fænomen. Så det er altså på grænsen mellem olie og vand Banghams liposomer opstår. Og det er kun i vand, det foregår og det betyder så også at liposomerne, når de er dannede, vi kan ikke tage dem ud af vand. (vender sig om og tørrer fødderne og går over til den anden phosphorlipid-bro)

320 *Sang*

321 Jeg kan mærke livet. Membranes came first. Running through my veins. Life could not have become
322 complicated without membranes.

323 **Indkapsling af lægemiddel og dialyse (AI-tid)**

324 *Ole*

325 Det at vi ikke kan tage liposomerne ud af vand, det er sådan set ikke noget problem. Faktisk kan vi
326 udnytte det, når vi skal indkapsle lægemidler. Og som sagt, så sker det helt af sig selv. Den måde vi får
327 lægemidlerne ind i liposomerne på, det gør vi simpelthen ved at vi opløser lægemidlet i vand og der er
328 mange lægemidler som er vandopløselige, så tilsætter vi fedtstofferne og så ryster vi det hele godt, så

329 selvorganiserer fedtstofferne og de lukker sig i liposomer og da vil det selvfølgelig være sådan, at når de
 330 lukker sig omkring noget vand, ja så vil der være noget af det vand, som også indeholder
 331 lægemiddelstoffer og nu har vi så fået dem indkapslet. Så, så længe liposomerne, de er tætte ja så længe
 332 er lægemiddelstoffet indeni. Nu gå det selvfølgelig ikke at vi også har lægemiddelstoffer altså medicin ude
 333 i vandet fordi, på et tidspunkt vil vi gerne indsprøjte det i blodbanen og hvis vi har medicin ude i
 334 væskefasen, altså i vandet, ja så får vi bivirkningerne. Så vi er nødt til at fjerne det, og der er forskellige
 335 metoder til at gøre det på, og en af dem er det, vi kalder dialyse. Og man laver dialyse ved at tage et kar,
 336 hvor man har sin opløsning af liposomer og lægemiddelstoffer, hvoraf nogle af dem er indkapslet i
 337 liposomerne. Så har man et filter, en væg, som er gennemtrængelig for vand og gennemtrængelig for
 338 lægemiddelstofferne, men hvor porerne er så små, at liposomerne ikke kan trænge igennem, det vil sige,
 339 at de bliver nødt til at blive på den ene side og så vasker vi igen og igen på den anden side med rent vand
 340 og til sidst, så har vi fået alle lægemiddelstofferne ud af vandfasen, så nu har vi liposomerne tilbage i rent
 341 vand eller saltvandsopløsning, og nu er de klar, til at blive sendt ind i blodbanen.

342 **Konfliktoptrapning**

343 **Liposomerne skal være helt tætte** (1990'erne)

344 *Anne (rejser sig fra stolen og går rundt på scenen)*

345 Så lægemidlet, det bliver altså indkapslet i liposomer i laboratoriet. Her kan Ole meget nøjagtigt
 346 kontrollere, hvilke fysiske og kemiske forhold de bliver udsat for. Men, når man skal bruge liposomerne til
 347 kræftbehandling, så skal de naturligvis sprøjtes ind i en menneskekrop, og her er forholdene meget mere
 348 komplekse, end hvad vi kan genskabe i vores reagensglas. Så, da vi ikke kan vide helt nøjagtigt, hvad vores
 349 liposomer, de vil blive udsat for inde i kroppen, så må vi jo sørge for at de er stabile og tætte, så de ikke
 350 lækker cellegiften, før de har fundet frem til kræftknuden.

351 *Ole (rejser sig op og går rundt)*

352 **Det problem kan vi heldigvis løse, fordi vi er fysikere og kemikere.** Og det kan godt være, at vi ikke ved,
 353 hvordan biologien er i detaljer. Og det kan også godt være, at vores liposomer, de finder frem til områder,
 354 som vi ikke kender noget til i forvejen. Men I skal huske på, at det er os, der konstruerer liposomerne. Det
 355 er os, der er ingeniørerne omkring dem. Så det vil sige, at hvis de ikke er tætte og lækker under nogle
 356 omstændigheder, så går vi bare tilbage i laboratoriet og laver dem om. Fordi vi kan nu bruge viden om
 357 kemien og fysikken af liposomerne, til at lave dem tætte, når de skal være tætte. Vi har en helt masse
 358 knapper at skrue på. En knap, det kunne f.eks. være, at vi tager fedtstoffer af forskellige slags, nogle med
 359 lange kæder, nogle med korte kæder, nogle med forskellige hoveder på. Vi kunne også bruge et særligt
 360 fedtstof, og det særlige fedtstof, det er kolesterol. I kender sikkert alle sammen kolesterol. De fleste
 361 kender det måske for det dårlige. Kolesterol er et molekyle, som har et rigtig dårligt rygte. Men faktisk er
 362 det sådan, at kolesterol er et molekyle, som har en helt særlig evne til at modificere liposomer og
 363 membrans egenskaber. Det har naturen fundet ud af for 1½ milliarder år siden, fordi alle højere
 364 organismer, dyr, planter, svampe, de har alle sammen i deres membraner, det vi kalder
 365 plasmamembraner, den yderste skal af cellerne, der har de kolesterol eller lignende steroler. Og de er der
 366 af en ganske bestemt grund. Og de er der, for at gøre membranerne stabile og uigennemtrængelige. Og
 367 det kolesterol faktisk gør, det er at gøre membranen en lille smule tykkere og en lille smule stivere. Så i

368 vores celler, for eksempel i vores blodceller, der er der omkring 30 % kolesterol, og det skal være der. Så
 369 er der en anden egenskab, som har at gøre med det, at vi har dannet liposomerne ved selvorganisering.
 370 Vi har alle de her mange molekyler, der slutter sig sammen, og laver den her væg, det at det er sket ved
 371 selvorganisering betyder, at hvis det her liposom undervejs i sin rejse inde i kroppen støder ind i et eller
 372 andet, og der bliver et hul i den, ja så er det ikke som en ballon eller en fodbold, at den går i stykker. Nej
 373 den heler igen, grunden til den heler igen, det er at molekylerne selvorganiserer sig, så hvis der er et hul,
 374 så reparerer den sig selv. Så vi har en teknologi som reparerer sig selv. Tænk hvis vores computere havde
 375 den egenskab. Så vi siger, at den her slags systemer de er selvhelende.

376 **Konfliktoptrapning**

377 **Liposomerne ødelægges af immunsystemet, gennemgang af immunsystemet (AI-tid)**

378 *Anne*

379 Ja, men selv om Ole nu har sørget for at liposomerne, de er robuste og stabile og tætte og selvhelende, så
 380 vil de stadigvæk blive ødelagt når de møder vores immunsystem. Det er sådan, at menneskets
 381 immunforsvar er opbygget af to mekanismer. Det medfødte og det erhvervede. Det erhvervede det er
 382 baseret på produktion af antistoffer rettet mod en specifik bakterie, eller toksin eller virus, ligesom Erlich
 383 havde opdaget. Når man har produceret antistoffer imod en sygdom, så er man blevet immun, men der
 384 findes nogle sygdomme, der er så farlige at mange mennesker og specielt børn, de dør af dem, før de har
 385 fået lavet de her antistoffer. Så har man fundet ud af, at man kan gøre folk immune, ved at vaccinere
 386 dem. Når man f.eks. vaccinerer imod børnesygdomme som rødehund eller mæslinger, så tager man en
 387 svækket virus og sprøjter ind i kroppen på folk (peger med fingeren på brystkassen). Og en svækket virus,
 388 den kan ikke gøre raske mennesker syge, men kroppen kan stadigvæk producere antistoffer og så er vi
 389 velforberedte, hvis vi skulle møde den ægte vare. Men det tager altså lige et par dage, før kroppen rigtig
 390 får gang i sin antistofproduktion, men heldigvis så er det medfødte immunsystem altid på vagt. Hvis vi
 391 f.eks. får en rift i huden, så er vores aller yderste barriere imod omgivelserne blevet brudt, og det giver
 392 mulighed for at bakterier, de kan vandre ind i kroppen gennem såret (peger på et område på sin hånd).
 393 Men heldigvis så er det medfødte immunforsvar på vagt lige under overfladen og kommer der et hul, så
 394 tilkalder det straks forstærkning, og på den her måde, vil man som oftest få dræbt bakterierne, før de når
 395 at få vandret ret langt ind i kroppen. Det medfødte immunforsvar, det består af en familie af hvide
 396 blodlegemer som vi kalder fagocytter, og af en gruppe af proteiner som vi kalder komplementfaktorer. Og
 397 begge dele, de cirkulerer rundt med blodet (peger med fingeren på brystkassen igen og viser, hvordan
 398 den cirkulerer rundt i hele kroppen ved at følge det med fingeren), og det er også der vi har tænkt os at
 399 sprøjte liposomerne ind. I modsætningen til antistofferne, så genkender det medfødte immunforsvar ikke
 400 én specifik ting. Til gengæld, så genkender det en masse ting, som mange bakterier har tilfælles. Eller
 401 også, så registrerer det at noget er fremmed, fordi det mangler nogle træk som vores egne celler altid
 402 har. Når fagocyten nu har opdaget noget fremmed, så vil den tage fat i det, og tage det ind i sig og
 403 destruere det og så er fremmedlegemet uskadeliggjort. Den anden del af det her medfødte
 404 immunforsvar, det var de her komplementfaktorer. De sætter sig fast på overfladen af fremmedlegemer
 405 og så fungerer de som et dødsmærke fordi fagocytterne de vil dræbe alt, der har sådan en
 406 komplementfaktor siddende fast på sig. Så det medfødte immunforsvar det vil hurtigt opdage de her
 407 liposomer og destruere dem før de når frem til kræftknoten og man vil få dræbt en masse fagocytter,

408 fordi, man slipper jo cellegiften løs inden i dem. Og det eneste man har opnået, med den her behandling,
409 det er, at svække patientens immunforsvar.

410 (1990'erne)

411 *Ole*

412 Og alt det her, det vidste Bangham selvfølgelig godt. Fordi Bangham var læge, han var hæmatolog eller
413 blodforsker, som det også hedder. Og han var godt klar over, at man ikke bare kunne tage liposomerne
414 som de var og slippe dem ind i blodet. Der var andre forskere, der nogen tid efter hans opdagelse af
415 liposomerne, ikke kendte nok til det, og der er faktisk eksempler på, at man forsøgte at anvende
416 liposomer og indsprøjte dem i blodbanen, hvor lægemiddelstoffet lækkede ud, hvor det ikke skulle lække
417 ud og man fik nogle frygtelige bivirkninger. Men der er heldigvis råd for det, og her kan fysikken igen
418 komme os til hjælp. Fordi, hvis vi kigger på vores magiske kugle, og vi gerne vil have en eller anden
419 hemmelighed i vores lægemiddel herinde, og det, der er problemet, det er, at vi har en overflade, som er
420 fremmed, som bliver genkendt af immunforsvaret. Der bliver måske sat nogle proteiner på, de her
421 dødsmærker og de vil lynhurtigt blive identificerede som fremmede, og de vil blive nedbrudt, og
422 lægemiddelstoffet vil trænge ud. I begyndelsen af 90'erne så fandt man ud af, hvordan man skulle løse
423 det problem. Og den måde man gør det på, det er, at man dækker overfladen på en særlig måde. Det
424 man gør, det er, at man på de her forskellige hoveder, som sidder på fedtstofferne, som vender ud mod
425 vandet, der sætter man nogle lange molekyler, såkaldte polymerer. Polymerer er nogle molekyler, som
426 kan være enormt lange, og de udforsker rummet. (Står ved kuglestol og tegner polymerer ud i luften fra
427 kuglen) Og hvis vi nu vælger nogle molekyler, som har de egenskaber at de er hydrofile, altså at de elsker
428 vand, ja så vil de stritte ud i vandet, og de vil forsøge at binde en masse vandmolekyler til sig. Så det vil
429 sige, at når man står udefra og kigger på det, som immunforsvaret, er det, man sådan set bare kan se, en
430 stor klump vand. Det er ikke længere fremmed, det ligner det, man ellers har i blodserum. Så på den
431 måde har vi altså nu fået lavet en dækning, som gør, at nu kan liposomet trænge ind i immunforsvaret
432 Liposomer af denne her slags, dem kalder man "stealth-liposomer", og de har fået navnet efter det
433 amerikanske jægerfly, som hedder stealth-jægeren, som har en overflade og et materiale af en form, som
434 gør at radarstrålerne ikke bliver reflekteret på den, og det vil sige at flyet kan sejle hen over fjendernes
435 linier, uden at blive set af radarsystemet. Og fuldstændig på samme måde, kan liposomet her, indsendes i
436 blodbanen, snyde immunforsvaret og flyde ind igennem blodårerne, og på den måde komme ind og være
437 klar til at aflevere sit lægemiddelstof. Men problemet er nu, hvordan finder den rent faktisk frem til det
438 syge sted. (sætter sig i stolen)

439 Forklaring på blodforsyningen i kræftsvulster og på, hvordan liposomerne finder frem til kræftsvulsten
440 (AI-tid)

441 *Anne(går rundt på scenen)*

442 Men, der udnytter vi blodets funktion i kroppen, for det er sådan, at blodet, det skal sørge for at alle
443 celler i hele kroppen, de får ilt og de får næring og får fjernet deres affaldsstoffer. Og i dét vi tager og
444 sprøjter liposomet ind i blodbanen, så vil det blive ført med blodet rundt i hele kroppen og vil også
445 automatisk på den måde nå frem til det område, hvor kræftsvulsten sidder. En kræftsvulst det er jo
446 egentlig bare en stor samling af celler, som er opstået, fordi kræftceller de deler sig ukontrollabelt.

Ligesom raske celler, så har kræftceller også brug for at få ilt og næring og for at få fjernet deres affaldsstoffer og desværre så er det sådan, at kræftceller, de har den evne, at de kan stimulere blodbanen til at forgrene sig til små fine blodkar, som vi kalder kapillærer, ind i kræftsvulsten. På den måde så har kræftsvulsten meget let adgang til blodets ilt og næring, og på den måde, så kan de overleve, selvom de egentlig er alt for mange celler, på alt for lidt plads. Men det her er selvfølgelig et stort problem for folk der har kræft. Men når man vil forsøge at behandle kræft med liposomer, så kan vi faktisk vende det her problem til vores fordel, fordi det er sådan at de kapillærer, der bliver dannet inde i kræftsvulsten, de er meget anderledes end de kapillærer, vi har i vores raske væv. De er meget mere utætte og meget mere porøse. Og før liposomet det kan komme til at slå kræftcellerne ihjel, så skal det jo ud af blodbanen og ud i vævet, hvor de her kræftceller jo sidder. Og det vil jo være meget nemmere for liposomet at rejse ud af blodbanen i sådan et kapillær, der er meget utæt. Og da kræftcellerne, de har stimuleret dannelsen af rigtig mange af de her utætte kapillærer, så vil der være stor sandsynlighed for at liposomet på et eller andet tidspunkt, på sin rejse igennem kroppen, rejser ud igennem sådan et kapillær.

Jonas(går rundt på scenen)

Men udover den øgede sandsynlighed for, at liposomet forlader blodbanen, så er det også sådan, at når liposomerne kommer ud i vævet, så vil de være fanget i vævet. Her spiller vores lymfesystem ind. Lymfesystemet, det er en lang række små fine kar, der starter blindt ude i vævet. De her små kar, de samler al den væske og alle de ekstra molekyler, som trykkes ud af blodet, op, og det kaldes nu lymfe. De her små kar, de samler sig til større og større kar og tømmer sig til sidst i blodet igen. På vejen da møder lymfen immunforsvarets celler i det, man kalder lymfeknuder. Immunforsvaret, det sidder her og skanner lymfen for potentielt skadelige stoffer. Men på den måde, så kan lymfen også være en spredningsvej for canceren til lymfeknuden og til resten af kroppen. Men rent faktisk så er det sådan at, i *cancervæv*, da vil lymfesystemets funktion være nedsat fordi, i det normale væv, da baserer lymfesystemet sin funktion på nogle meget fine trykforskelle i vævet. Man kan nemt forestille sig, at når der sidder sådan en stor klump cancerceller i vævet, så vil det forstyrre de her trykforhold, og man vil få nedsat sin lymfefunktion. Samtidig så fortalte Anne at kapillærerne omkring *cancervæv* de spreder sig ud, men man ser ikke på samme måde lymfesystemets kar sprede sig ud omkring. På den måde, da kommer der også en forskel i det, der trykkes ud af blodet og det, der samles op af lymfesystemet. Alt i alt så får vi en syg mekanisme, men det er en syg mekanisme vi kan udnytte, for når nu liposomerne, de har forladt blodbanen, så er de fanget i vævet.

Klimaks

Liposomerne samles i kræftsvulsten

Ole(rejser sig fra stolen)

Og det er faktisk det der sker. Vi kan vise det ved konkrete eksperimenter, hvis vi tager nogle liposomer, hvorpå vi har sat nogle særlige markører, nogle der lyser op, fluorescerende molekyler, og sprøjter de her liposomer ind i en mus, kræftsyg mus, som har en svulst. Ja så vil man se, at liposomerne fordeler sig og lyser musen op, men efterhånden samles de i tumoren, som bliver kraftig lysende.

Rap(Anne, Ole og Jonas står ved siden af hinanden vendt mod publikum)

485 Igennem en kanyle sendes kuglerne ind i blodet, rejsen er begyndt, strømmen river dem med, det er
 486 myldretid.
 487 Røde blodlegemer, vandmolekyler, albumin, fedtsyrer, hormoner, suser forbi.
 488 Cytokiner, antistoffer, B- og T-lymfocytter, monosaccharider, monocytter, neutrofile, eucinofile suser forbi.
 489 Basofile, koagulationsfaktorer, salte, urinstof, lipoproteiner og vitaminer, suser forbi.
 490 De støder til kuglerne, som er robuste loaded med drug på vej mod det syge væv, kuglen er usynlig.
 491 Komplementfaktorer og fagocytter opdager dem ikke.
 492 De rejser igennem kroppen, i flere timer rundt og rundt. Ud i kar og vener, igennem arterier og kapillærer,
 493 de sendes gennem hjertet.
 494 De flyder med strømmen som deler sig.
 495 Pludselig befinder de sig i det syge væv.
 496 Kapillærerne er anderledes, utætte og porøse. Kuglerne trænger ind, ophobes rejsen er til ende og
 497 medicinen kan afleveres

498 (De vender sig mod skærmen.)

499 Grafikken viser kuglens vej gennem blodbanen og, hvordan den til sidst åbnes, og giften spreder sig.
 500 (Performerne forlader scenen.)

501 Musikken understreger at vi er nået til klimaks.

502 Historien tager en drejning, konflikten er ikke helt løst (1990'erne)

503 Ole

504 Desværre, så nemt går det ikke. Nu har vi arbejdet så hårdt, på at gøre liposomerne tætte, og få dem til at
 505 cirkulere rundt i blodbanen, og nu er de blevet så tætte, at lægemiddelstoffet kommer ikke ud. Hvordan
 506 finder vi nøglen til at åbne dem?

507 På Skærmen

508 Oplæser

509 The white zone is for immediate loading and unloading, for passengers only, no parking.

510 Nøglen til det, at man i dag har fundet en teknik, der kan åbne kuglerne, som er ladet med medicin, tog
 511 sin begyndelse i 1992, hvor professor Ole G. Mouritsen var ansat på Danmarks Tekniske Universitet.

512 The white zone is for immediate loading and unloading, for passengers only, no parking.

513 Udtoning

514 Gennemgang af, hvordan de finder frem til et enzym, der er nøglen til at åbne liposomerne, og hvordan
 515 enzymet virker på liposomerne (1990'erne)

516 Ole på bånd, film på skærmen

517 I 1992 sender jeg en af mine ph.d. studerende, Kent Jørgensen, til et laboratorium i USA, for at lære en
 518 eksperimentel teknik, som vi gerne vil have bragt hjem til vores laboratorium i Danmark. Kent har en
 519 baggrund som farmaceut, og har indtil da arbejdet overvejende som teoretiker. Men det viser sig i
 520 laboratoriet i Virginia, at Kent også er en meget talentfuld eksperimentalist. Og som eksperimentalist

521 hyppigt gør, så leger de med ting i laboratoriet, og Kent begynder at lege med et enzym, et enzym fra en
 522 slangegift som man er eksperter i i Virginia. Enzymet er i slangens gift som en del af virkningen af giften
 523 fordi enzymet nedbryder de stoffer, som sidder i cellerne på byttet som slangen angriber. Da Kent
 524 kommer hjem har han en flaske af det her enzym med og han begynder da i vores laboratorium at
 525 eksperimentere med, hvorledes slangeenzymet virker på den form for fedtstoffer og lipidmembraner som
 526 vi er eksperter i og han finder en række overraskende sammenhænge, som fortæller os at enzymets
 527 aktivitet er meget følsomt overfor, hvordan strukturen af membranen er. Det helt afgørende sker så i
 528 1999, da Kent Jørgensen tager til en international konference i Berlin, og han hører en amerikansk forsker
 529 fortælle om liposomer og lægemiddelfremføring. Og da Kent kommer hjem, giver han sig i kast med at
 530 studere den form for liposomer, som man vil bruge til at indkapsle lægemiddelstoffer og, hvorledes
 531 slangegiftens enzym virker på de her liposomer. Undervejs går det op for os, at der i cancer er et enzym,
 532 som ligner slangegiftens enzym, som endda er meget kraftigt opkoncentreret og opreguleret i cancer og
 533 bingo! (stemmen hæves) Da går det op for os, at her er muligvis nøglen til at åbne liposomet præcis ved
 534 canceren.

535 *Ole (rejser sig fra kuglestolen og går rundt)*

536 Så nøglen til at åbne liposomerne ligger i canceren selv. Og ligger der, præcis der, hvor den skal bruges og
 537 ikke andre steder (stemmen udstråler begejstring). Så efter vi fik den indsigt, så skifter forskningen
 538 karakter. Nu går den fra at være grundforskning og nysgerrighedsdrevet forskning til at være målrettet
 539 forskning. Målet er nu at lave en kugle, en konkret kugle, et konkret liposom, med et konkret lægemiddel
 540 indeni, som kan bruges i kemoterapi til behandling af cancer. Den slags udvikling, den foregår bedst i regi
 541 af et firma, så derfor stifter vi et firma i 2001, LiPlasome Pharma hedder firmaet, og Kent Jørgensen er
 542 firmaets direktør. Faktisk er det sådan, at en del af vores forskningsgruppes medlemmer er blevet ansat i
 543 det her firma og firmaets mål er nu, på baggrund af en forretningsidé og kapital, som vi har rejst via
 544 investorer, at konkretisere denne her magiske kugle. Og forudsætningen er altså den grundlæggende
 545 viden fra fysikken og kemien som er skaffet gennem mange år. Og fysikken og kemien om lipiderne og
 546 liposomerne på den ene side og omkring enzymet på den anden side. Nu er der et stykke vej fra
 547 slangegiftens enzym til det humane enzym, men heldigvis så ligner de hinanden ret meget med hensyn til,
 548 hvordan de virker. Og den måde de virker på, det er at de nedbryder fedtstoffer. Et enzym er et molekyle,
 549 et protein som også er en katalysator, det vil sige at det formidler en kemisk proces. Og den kemiske
 550 proces som er i spil her, det er en proces hvor fedtstoffer bliver nedbrudt.

551 I husker vores phosphorlipider havde det her hoved, et vandopløseligt hoved, og så havde det to haler.
 552 De to haler er bundet fast til hovedet med stærke kemiske bindinger, som ikke bare sådan lige går i
 553 stykker. Men det enzymet gør, det sætter sig på overfladen af membranen og virker kun der. Det virker
 554 ikke ude i væsken. Det sidder på overfladen af membranen og det virker som en saks og klipper den ene
 555 hale af phosphorlipidet, som nu går i to stykker, vi kalder dem nedbrydningsprodukterne, så vi på den ene
 556 side har et hoved, hvor der bare er en hale på, og på den anden side, der har vi bare en enkelt hale, som
 557 hedder en fedtsyre. Det molekyle, som har et enkelt hoved og en hale, hedder et lysolipid. Nu er det
 558 sådan, at hvis vi tager lysolipider, eller fedtsyrer og blander dem i vand, så danner de ikke liposomer, de
 559 danner ikke dobbeltlag. (megen gestikuleren i denne sektion) Og grunden til de ikke gør det, har noget at
 560 gøre med molekylernes form. Forestil jer det her molekyle med et hoved og en hale, det er lidt som en

561 kegle. Og det her fedtstof som har faktisk et lille hoved, det er en syregruppe, og halen det er en kegle
 562 den anden vej, så den slags molekyler de pakker ikke godt ind i et dobbeltlag, hvorimod et phosphorlipid
 563 med hoved og to haler, det er ligesom en cylinder. Man kan nemt pakke cylindre ved siden af hinanden i
 564 rummet, så man får den her plan. Det vil så sige at effekten af enzymets virkning, når det klipper den her
 565 hale af, det er at det danner nogle stoffer, som ikke længere stabiliserer liposomet, tværtimod nedbryder
 566 det liposomet. Liposomet går i stykker og lægemidlet kan komme ud. Ja faktisk er der mere til det end
 567 det. Fordi vi kan nu skrue på fedtstoffernes egenskaber sådan, at vi tuner ind på enzymets virkning netop
 568 der, hvor det findes i canceren. Og en af de ting vi kan bruge, det er det forhold at enzymet, det er
 569 positivt ladet, og I ved, at positive ladninger tiltrækkes af negative ladninger, så I kan nu forestille jer, at vi
 570 kan få det her enzym, til at gå ned og angribe vores magiske kugle her, hvis vi på hovederne her sætter
 571 nogle negative ladninger, (går hen til kuglestolen og peger) så vil enzymet blive tiltrukket og på denne
 572 måde kunne være meget aggressive mod fedtstofferne. Nu vil I måske sige, at vi har lige gjort en masse,
 573 med hensyn til at få gjort det her liposom stabilt, ved at sætte de her lange hår på, polymererne, som gav
 574 den stealth-egenskaberne. Hvordan kan det være, at enzymet kan komme af sted med at komme ind?
 575 Det er trods alt også et protein. Og grunden til, at det kan det, det er, at det er et meget lille molekyle. Så,
 576 i modsætning til de store proteiner, komplementfaktorerne og i hvert fald i forhold til fagocytter, som
 577 ikke kan komme ind til liposomet, på grund af de her lange hår, ja så kan det her enzym faktisk meget
 578 nemt komme ind og lave sit arbejde. Her er der faktisk en overraskelse, for en af de ting som vi fandt
 579 undervejs, og som var en drivkraft i forskningen, det er, at det viser sig faktisk, at det enzym, det var
 580 endnu mere aggressivt mod liposomer, hvorpå der er de her lange haler. Og der er en morsom forklaring
 581 bag det, som har noget at gøre med fysik af lange molekyler. For sådan et langt molekyle her, som godt
 582 kan lide vand, ja det vil gerne ud i vand og blive så stort som mulig og udforske vandet så meget som
 583 mulig, fordi det giver høj entropi. Og den eneste måde det molekyle kan komme ud og udforske vandet,
 584 det er ved, på en eller anden måde, at fjerne sig fra liposomet. Men det sidder altså fast på hovedet her,
 585 så det molekylet gør det er at det trækker fedtstofmolekylet en lille smule ud, og det betyder nu, at det er
 586 endnu mere tilgængeligt for enzymet. Så faktisk viste det sig at enzymet er endnu mere aggressivt på
 587 stealth-liposomerne. Så nu har vi faktisk den meget spændende egenskab, at det der gør liposomerne
 588 stabile og robuste ude i blodbanen, hvor de helst ikke skal lække lægemiddelstoffet, det er den samme
 589 egenskab, som gør dem meget følsomme og nedbrydelige lige præcis der, hvor de skal nedbrydes og
 590 lægemiddelstoffet skal komme ud.

591 Udfaldet på fortællingen

592 Der fortælles om en bestemt cellegift som bruges i deres forskning, om hvordan den virker og hvordan de
 593 tror den kommer ind i kræftsvulsten (Nutid)

594 Ole(går rundt på scenen)

595 Det firmaet arbejder med i øjeblikket det er at indkapsle et ganske bestemt anticancerstof, som er en
 596 meget kraftig cellegift, og det anticancerstof det hedder Cisplatin.

597 Anne(går rundt på scenen)

598 Når Cisplatin trænger ind i kræftcellen, så vil det reagere med cellens arvmasse som er opbygget af DNA.
 599 DNA er opbygget af to komplementære strenge, der er sat sammen som en lynlås og så rullet op i en

600 dobbelthelix. (viser det ved at krydse fingrene og indikere en spiral med fingeren) Hvis en rask celle får en
 601 DNA skade, som den ikke kan reparere, så vil den stoppe med at dele sig, og så vil den begå kontrolleret
 602 selvmord, som er en proces vi kalder apoptose. Det er sådan, at raske celler har et overvågningssystem,
 603 der hele tiden vurderer om cellen er for skadet til at leve videre. Og hvis det er tilfældet, så startes det
 604 her selvmordsprogram. Overvågningssystemet sikrer altså at skadede celler dør i stedet for at
 605 udvikle sig til kræftceller. Fordi, i kræftceller, da er det her overvågningssystem sat ud af funktion, fordi
 606 der er sket DNA skader i netop de gener, som kodede for overvågningssystemet og derfor, så kan
 607 kræftceller blive ved med at dele sig ukontrollabelt. Men ved hjælp af Cisplatin, så kan vi alligevel tvinge
 608 cellen til at starte sit apoptose program. Når Cisplatin reagerer med DNAet, så sker der det, at
 609 bindingerne imellem strengene brydes, fordi der, i stedet for, dannes fejlagtige bindinger på de
 610 individuelle strenge og når DNAet bliver ødelagt på den her måde tilstrækkeligt mange steder, så vil selv
 611 en kræftcelle begå selvmord.

612 *Jonas(går rundt på scenen)*

613 Men for at Cisplatinen skal virke, så skal den altså helt ind i cancercellens kerne og for at komme herind,
 614 så må det over endnu en barriere, og det er cancercellens membran. Ligesom liposomet, så er
 615 cancercellens membran opbygget af en lipiddobbeltstruktur. Og det kan måske undre, at når nu det var
 616 en lipiddobbeltstruktur, i form af liposomet, der holdt Cisplatin inde på den lange rejse igennem kroppen,
 617 hvordan kan det så være at den der lipiddobbeltstruktur kan holde Cisplatin ude af cancercellen. Se her
 618 skal man huske at cancercellens membran, faktisk alle cellemembraner, er langt mere komplicerede end
 619 liposomer. Det har været udforsket lang tid før Bangham så liposomerne i sit elektronmikroskop, og en af
 620 de største forskelle man har fundet er nok den vigtigste forskel, det er, at der findes proteiner i
 621 cellemembraner og dermed også i cancercellens membran. De her proteiner, de sidder i membranen og
 622 udfører forskellige jobs, f.eks. som receptor, kanaler eller pumper for forskellige proteiner og molekyler
 623 der skal ind eller ud af cellen. Alt i alt så dannes der en barriere, som vi ikke er 100 % sikre på, hvordan
 624 Cisplatin krydser, men en mulighed kunne være, at Cisplatin udnytter det, man kalder, simpel diffusion.
 625 Det er det fænomen, at alle molekyler i en opløsning bevæger sig tilfældigt rundt, og på et tidspunkt kan
 626 man forestille sig, at Cisplatin vil støde ind i cellens membran på et sted, hvor den kan komme igennem.
 627 Der findes også andre hypoteser. En af dem siger, at Cisplatin udnytter nogle af de proteiner, der findes i
 628 membranen. For eksempel findes der en hypotese om, at Cisplatin udnytter en kanal for kobber i cellens
 629 membran, til på den måde at snige sig ind i cancercellen, nå cellens kerne og dræbe cancercellen.

630
 631 Problemet med at få Cisplatin ind i cellen, det er det jeg arbejder med til daglig. Som Ole fortalte os, så
 632 består liposomer af de her molekyler med et hoved og to haler. Og vi ved også, at der fandtes en saks
 633 eller en phosphorlipase i vævet, som klipper den ene hale af, så man har en hale og et hoved med en hale
 634 på. De her nedbrydningsprodukter, som vi kalder frie fedtsyrer og lysolipider. Vi vidste også, at de var
 635 formet som kegler, enten den ene vej eller den anden vej. Det skal man tage sammen med, at i en
 636 membran der har alle molekyler et forhold til de molekyler, der sidder udenom. Det er det man kalder en
 637 lateral struktur. Og cancercellens membran er helt afhængig af den her laterale struktur for at udføre sit
 638 job som barrierefunktion. Det jeg gør, det er at tilsætte de her nedbrydningsprodukter og forsøge at
 639 sætte dem ind i membranen som kiler. Man kan sagtens forestille sig, at de her kiler vil forstyrre den

640 laterale struktur og dermed barrierefunktionen. Så får man skabt en masse små huller i cellen som
 641 Cisplatin kan komme ind igennem, nå kernen og dræbe cellen. Men cancercellerne, de kan udvikle
 642 resistens imod vores cellegift. Det gør de ved at danne nye proteiner, som de sætter ud i membranen.
 643 Her virker proteinerne som pumper og samler medicinen op på indersiden af cellen og smider det ud af
 644 cellen igen. De udvikler altså en slags resistens, eller sætter et nyt forsvarsværk op. Det, jeg tror, er, at de
 645 her nedbrydningsprodukter også kan bruges til at forstyrre den her funktion og overvinde den barriere.
 646 Jeg er ikke helt sikker på, hvordan det skal fungere. Men ligesom i normale celler, så sidder proteinerne
 647 og har et forhold til alle de proteiner, der sidder udenom og er afhængig af de her forhold, for at kunne
 648 fungere. Man kan så, på samme måde som i de normale cancerceller, forestille sig de her kiler, når de
 649 bliver sat ind, vil forstyrre proteinets funktion og dermed altså, at cancercellen ikke kan pumpe medicinen
 650 ud igen. En anden mulighed kunne være, at de her kiler simpelthen åbner så mange huller i cancercellen,
 651 at Cisplatin vil fosse ind i så høj grad i cellen, at de ikke kan nå at pumpe det ud igen. Og dermed har vi
 652 overvundet forsvarsværkerne og dræbt cancercellen alligevel. Det er det mine forsøg gerne skulle være
 653 med til at give svar på og rent faktisk har jeg forsøg over nu, som jeg skal tilbage og kigge på efter
 654 forestillingen. (Smiler med et lille glimt i øjet)

655 *Sang*

656 Answers today or tomorrow perhaps. If not today maybe Friday, perhaps. So they are waiting and trying
 657 and thinking – and reconsidering.

658 **Opsummering og perspektivering** (Nutid)

659 (Performerne står samlet på scenen og vender ud mod publikum)

660 *Anne*

661 Paul Erlich havde en vision om at skabe magiske kugler til sygdomsbehandling.

662 *Ole*

663 Bangham opdagede liposomet som vi kunne bruge til at indkapsle lægemiddelstoffer

664 *Anne*

665 Kent Jørgensen, Ole Mouritsen og deres kollegaer fandt en nøgle som kan åbne liposomerne

666 *Jonas*

667 Jeg går og venter svar på mine forsøg med nedbrydningsprodukter

668 *Anne*

669 Måske så kan vi designe de her liposomer, så de kan målrettes mod specifikke celle og vævstyper

670 *Ole*

671 Jeg arbejder også på en prodrug hypotese, hvor nedbrydningsprodukterne af fosforlipasen måske selv er
 672 potente lægemiddelstoffer

673 *Jonas*

674 Måske kan man gøre nedbrydningsprodukterne så potente at de selv kan slå cellerne ihjel

675 *Ole*

676 Vi kan også forestille os, at vi kan bruge liposomerne til at indkapsle DNA og gener, så vi kan helbrede
677 genetiske sygdomme med genterapi

678 *Anne*

679 Sådan går det tit, nye ideer opstår fra gamle og en idé bliver til hundrede nye.

680 *Stemme*

681 Paul Erlich fik sine bedste ideer, når hans hustru spillede klaver. Jo muntre des bedre. Og det fortælles
682 at han havde en forkærlighed for lirekasse musik.

683 *Hvordan forskerne får idéer* (Nutid)

684 *Henrik*

685 En vigtig del ved musikken er selvfølgelig, at hvis man er på et sted med mange mennesker, altså sidder i
686 en bus eller et tog, så kan det være med til at skabe den der lukkethed, et univers, hvor man er alene med
687 sine tanker. En melodi kan virkelig få en til at tænke på noget ret konkret fra hverdagen. Musik det kan få
688 mig til at tænke på noget, og jeg aner ikke, hvorfor det lige er det jeg tænker på.

689 *Ole*

690 Man taler om at man sidder i sit lønkammer og får sine gode idéer, jeg tror sjældent det sker på den
691 måde. De fleste gode idéer de kommer tit uforudset og de kommer tit i samtaler med andre.

692 *Eva*

693 Det er ikke så meget når jeg går i Bilka at jeg få idéer, for der er simpelthen for meget input, der er for
694 mange mennesker og der er for mange farver og prisskilte. Der skal være sådan en vis ro og orden
695 omkring mig.

696 *Anne*

697 Jeg har også tænkt på at nogen gange, da kan det også være, at man sidder og snakker med nogen og de
698 så siger et eller andet ord, der trigger en, så man kommer til at tænke på sine forsøg. Så som regel, så er
699 der jo så en, der spørger, sig mig hvad tænker du egentlig på? Og så, er det rigtig pinligt at sige, jamen jeg
700 sidder lige og tænker på mine kloningseksperimenter, hvis det nu er, at man havde en samtale med sin
701 kæreste for eksempel

702 *Jonas*

703 Og så på et eller andet tidspunkt, så er der lige et eller andet, der trigger, hmm, et ord eller, at man kigger
704 ud af vinduet og lige ser et eller andet, som lige starter nogle associationer og så lige pludselig, så er den
705 der bare og så slår det klik og så har man udviklet en idé eller en tanke.

706 *Bangham*

707 *Remain curious. You must do that.*

708 *Afrunding* (Nutid)

709 *På skærmen*

710 De første magiske kugler fra LiPlasome Pharma indeholder anti-cancer stoffet Cisplatin. Udviklingen heraf

711 har indtil nu taget 6-7 år. De første forsøg på mennesker gennemføres i sommeren 2007 på et hospital i

712 Rotterdam. De efterfølgende forsøg på patienter gennemføres i år 2008-2010.

713 Om alt går vel og myndighederne godkender de magiske kugler, vil der herefter kunne tilbydes

714 behandlinger til kræftpatienter

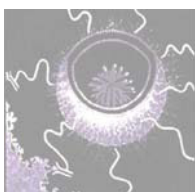
Før-forestillingsspørgeskema

Velkommen til dette online spørgeskema.

For at kortlægge din interesse for naturvidenskab bedes du udfylde alle felter i spørgeskemaet.

Det tager omkring 10 min.

God fornøjelse!



Stinne Hørup Hansen

Alder

Vælg her... ▼

Køn

☐ Dreng

☐ Pige

Gymnasium

Vælg her... ▼

Klasse

Elevnummer

Studieretning

 ▲ ▼

Hvilken uddannelsesretning vil du vælge efter gymnasiet?
(kryds gerne af i flere, hvis du er i tvivl)

☐ Naturvidenskab (matematik, fysik, biologi, kemi, bioteknologi, ingeniør m.m.)

☐ Samfundsvidenskab (økonomi, jura, statskundskab m.m.)

☐ Humaniora (historie, filosofi, religion, sprog, litteratur m.m.)

☐ Sundhedsvidenskab (medicin, idræt, ernæring m.m.)

☐ Andet

☐ Ved ikke

Hvor meget interesserer du dig for følgende fag?
og hvor relevant er det at lære om?

	Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Meget lidt	Meget relevant	Lidt relevant
Matematik	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dansk	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fysik	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Biologi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Geografi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Engelsk	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tysk	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Historie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Idræt	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Musik	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Samfundsfag	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

I hvor høj grad har følgende faktorer haft indflydelse på at du har udviklet en interesse for de fag der
mest interesserer dig?

	Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Meget lidt	Angiv faktor
Familie	☐	☐	☐	☐	☐	
Bøger, blade m.m.	☐	☐	☐	☐	☐	
Venner	☐	☐	☐	☐	☐	
Faget i sig selv	☐	☐	☐	☐	☐	
Fjernsynsprogrammer						

	☐	☐	☐	☐	☐	
Læreren	☐	☐	☐	☐	☐	
Min forståelse af faget	☐	☐	☐	☐	☐	
Fremtidig uddannelse	☐	☐	☐	☐	☐	
Mine karakterer i faget	☐	☐	☐	☐	☐	
Fagets anvendelighed i min hverdag	☐	☐	☐	☐	☐	
Andet	☐	☐	☐	☐	☐	

I hvor høj grad har følgende faktorer haft indflydelse på at du ikke er interesseret i de fag, der mindst interesserer dig?

	Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Meget lidt	Angiv faktor
Familie	☐	☐	☐	☐	☐	
Bøger, blade m.m.	☐	☐	☐	☐	☐	
Venner	☐	☐	☐	☐	☐	
Faget i sig selv	☐	☐	☐	☐	☐	
Fjernsynsprogrammer	☐	☐	☐	☐	☐	
Læreren	☐	☐	☐	☐	☐	
Min forståelse af faget	☐	☐	☐	☐	☐	
Fremtidig uddannelse	☐	☐	☐	☐	☐	
Mine karakterer i faget	☐	☐	☐	☐	☐	
Fagets anvendelighed i min hverdag	☐	☐	☐	☐	☐	
Andet	☐	☐	☐	☐	☐	

Arbejds- og undervisningsformer

Hvilke arbejds- og undervisningsformer finder du interessante i gymnasiet?

	Meget interessant	Interessant	Hverken eller	Lidt interessant	Ikke interessant	Har ikke prøvet det
Tværfaglig undervisning	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Selvstændigt arbejde	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Gruppearbejde	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Rollespil, drama, iscenesat diskussion el. lign	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tavleundervisning	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Projektarbejde	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eksperimentielt arbejde	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Besøg i virksomheder	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Elevoplæg	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Brug af internet	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Foredrag af forskere eller andre udefra	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Besøg på universiteter	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Brug af computerprogrammer	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Tværfaglig undervisning

Hvilke tværfaglige undervisningsforløb har du deltaget i? (Angiv emne og fag)

▲

▼

Hvilke tværfaglige forløb fandt du interessante (hvorfor?)

▲

▼

Hvilke tværfaglige forløb fandt du uinteressante?

▲

▼

Hvilket emne og hvilke fag kunne du tænke dig et tværfagligt forløb omkring?

▲

▼

Hvordan vil du vurdere følgende forløb?

	Meget godt	Godt	Hverken eller	Dårligt	Meget dårligt
Almen sprogforståelse	☐	☐	☐	☐	☐
Almen studieforberedelse	☐	☐	☐	☐	☐
Naturvidenskabeligt grundforløb	☐	☐	☐	☐	☐

Hvilke naturvidenskabelige oplevelser har du haft på gymnasiet eller udenfor gymnasiet?

- ☐ Naturvidenskabsfestival
- ☐ Videnskabsteater
- ☐ Besøg på eksperimentarium
- ☐ Besøg på Fjord og Bæltcenter eller zoologisk have
- ☐ Eksperimentielt arbejde på universitetet
- ☐ Foredrag fx på universitetet
- ☐ Sciencedays på universitetet
- ☐ Andet

Hvad mener du, der skal til for at forbedre gymnasieelevers interesse for fysik?

▲

▼

Galathea 3

	Ja	Nej
Har du hørt om Galathea 3?	☐	☐
Har du læst/hørt om det på gymnasiet?	☐	☐
Har du læst/hørt om det hjemme?	☐	☐
Har I arbejdet med det på gymnasiet?	☐	☐
Kunne du tænke dig at lave et projekt om Galathea 3?	☐	☐

Videnskabsteater

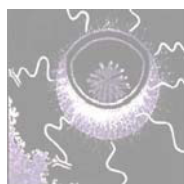
	Ja	Nej	Uddybbende svar
Har du hørt om videnskabsteater?	☐	☐	▲ ▼
Har du oplevet videnskabsteater?	☐	☐	

I hvilken grad forventer du at blive påvirket ved at se videnskabsteater?

	Rigtig meget	Meget	Ved ikke	Lidt	Meget lidt
Jeg forventer at lære...	☐	☐	☐	☐	☐
Jeg forventer at kede mig...	☐	☐	☐	☐	☐
Jeg forventer at blive underholdt....	☐	☐	☐	☐	☐
Jeg forventer at grine....	☐	☐	☐	☐	☐
Jeg forventer at blive interesseret...	☐	☐	☐	☐	☐
Jeg forventer at blive fascineret....	☐	☐	☐	☐	☐

Tusind tak for din besvarelse!

Med venlig hilsen



Stinne Hørup Hansen

Affektive-postforestillingsspørgeskema

Navn_____ Gymnasium_____

Hvilken følelse havde du under forestillingen?

	Neutral	
	Sur	
	Overrasket	
	Skuffet	
	Forvirret	
	Interesseret	
	Keder mig	
	Glad	

Hvor interessant var forestillingen?

Meget interessant	Interessant	Hverken eller	Lidt kedelig	Kedelig

Statusspørgeskemaer

Dato _____ Navn _____

Biologi	Fysik

Emne

Enzymer	Kolesterol	Vandkanaler	Fedtsyrer	Na ⁺ /K ⁺ -pumpen	LiPlasomer

Hvor interessant synes du jeres emne er?

Meget interessant	Interessant	Hverken eller	Lidt interessant	Uinteressant

Hvor meget tænker du på forestillingen mens du arbejder med emnet?

Rigtig meget	Meget	Nogen gange	Lidt	Slet ikke

Dato _____ Navn _____

Biologi	Fysik

Emne

Enzymer	Kolesterol	Vandkanaler	Fedtsyrer	Na ⁺ /K ⁺ -pumpen	LiPlasomer

Hvor interessant synes du forsøgene er?

Meget interessant	Interessant	Hverken eller	Lidt interessant	Uinteressant

Hvor meget tænker du på forestillingen mens du arbejder med forsøgene?

Rigtig meget	Meget	Nogen gange	Lidt	Slet ikke

Statusspørgeskemaer

Navn _____ Dato _____

Hvor meget lærte du af de andres foredrag?

	Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Meget lidt	Jeg vidste det meste
LiPlasomer						
Enzymer						
Fedtsyrer						
Vandkanaler						
Na/Ka-pumpen						
Kolesterol						

Hvad synes du om at fremlægge for de andre?

Meget godt	Godt	Hverken eller	Ikke så godt	Dårligt

Hvor meget talte I om forestillingen?

Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Slet ikke

Hvor meget påvirker det dig at Stinne observerer og filmer?

Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Slet ikke

Andre kommentarer:

Status efter matrixfremlæggelser

Navn _____ Dato _____

Hvor meget lærte du af de andres foredrag?

	Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Meget lidt	Jeg vidste det meste
LiPlasomer						
Enzymer						
Fedtsyrer						
Vandkanaler						
Na/Ka-pumpen						
Kolesterol						

Hvad synes du om at fremlægge for de andre?

Meget godt	Godt	Hverken eller	Ikke så godt	Dårligt

Hvor meget talte I om forestillingen?

Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Slet ikke

Hvor meget påvirker det dig at Stinne observerer og filmer?

Rigtig meget	Meget	Hverken eller	Lidt	Slet ikke

Andre kommentarer:

Interview efter forestillingen

Dato: _____ Gymnasium: _____ Folder: _____
Elevnr: _____ Interviewer: _____ Varighed [min]: _____

Baggrund

Fortæl om dit forhold til naturvidenskab

Fortæl om dine faglige interesser

Fortæl om dine fritidsinteresser

Videnskabsteater

Fortæl hvad forestillingen handlede om

Hvad har du fortalt dine venner eller familie om forestillingen?

Hvordan havde du det mens du så forestillingen?

Hvad synes du var specielt godt?

Hvad synes du var specielt dårligt?

Kunne du identificere dig med skuespillerne?

Føler du at forestillingen var relevant for dig?

Føler du at du lærte noget?

Kunne du selv forestille dig at forske i biofysik?

Fysik

Har forestillingen påvirket dit syn på fysik?

Har din interesse for fysik ændret sig i løbet af gymnasiet?

Hvilke associationer har du til fysik?

Interesse og tiltag

Hvilke oplevelser udefra har du haft med naturvidenskab?

(fysikshow, Naturvidenskabsfestival, CSI, foredrag, Sciencedays osv)

Kunne du tænke dig at lave et tværfagligt forløb om forestillingen?

- Hvorfor/hvorfor ikke?

Hvad mener du der skal til for at øge din interesse for naturvidenskab?

Q udsagn

1. Forestillingen har gjort naturvidenskab mere interessant
2. Jeg har set frem til at se forestillingen
3. Jeg har talt med mine venner og familie om forestillingen
4. Emnet i forestillingen var interessant
5. Jeg kunne godt tænke mig at vide mere om emnet i forestillingen
6. Emnet i forestillingen var relevant
7. Forestillingen var spændende
8. Forskerne var troværdige
9. Forestillingen viser at naturvidenskab er relevant for mig
10. Emnet blev formidlet på en interessant måde
11. Jeg føler at jeg forstår, hvordan man forsker
12. De forklarede de svære ting så jeg forstod dem
13. Jeg lærte noget af at se forestillingen
14. Der blev fortalt meget om fysik i forestillingen
15. Jeg kunne godt forestille mig at blive forsker ligesom dem i forestillingen
16. Musikken understøttede budskabet
17. Scenen understøttede budskabet
18. Det var ligesom en teaterforestilling
19. Det var ligesom et foredrag der blev holdt af tre personer
20. Jeg ville gerne have taget noter undervejs
21. Jeg kunne godt finde på at se en videnskabsteaterforestilling i min fritid

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

Bangham:

"Its back to water."

"Det drejer sig i virkeligheden om, hvorvidt man kan tvinge vand til at gøre noget, som det ikke vil. Giv vand muligheden, og alt hvad der er orden, forvandles til uorden."

Overfladespænding

- 1.1 Hvor mange vanddråber kan I få til at ligge på en 50 øre?



- 1.2 Hvor mange clips kan I få til at ligge i en petriskål med vand?
Rekorden er 31 stk!



I kan tage et billede som bevisførelse med kameraet der ligger på katederet.

Angiv også antallet af dråber og clips på jeres **svarark**.



Gå videre til Post 2

Ole:

"Det er i mødet mellem vand og fedtstoffer, liposomerne optræder. De fedtstoffer som Bangham fortalte os om er en helt særlig slags fedtstoffer, vi kalder dem lipider, eller fosfolipider. Og de har den helt særlige egenskab at når de bliver blandet med vand så arrangerer de sig i lag, dobbeltlag, eller membraner kalder vi dem. Som Bangham siger, er de kun to molekyler tyk, et ganske tyndt lag, hvor der er vand på begge sider og som lukker sig i sig selv som en sæk, et liposom."

To molekyler tyk

En cellemembran er ca. 6 nm tyk

En celledens volumen er gennemsnitligt 1400 μm^3

$$\begin{aligned} 1 \text{ mm} &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ 1 \mu\text{m} &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ m} \\ 1 \text{ nm} &= 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \end{aligned}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

- 2.1 Ved hjælp af målebånd og lommeregner skal I nu markere med tape på gulvet, hvor cellens centrum ville være, hvis cellens membran er 2 cm tyk.

Skriv navnet på jeres gruppe på tapen og noter radius i cm på jeres **svarark**.



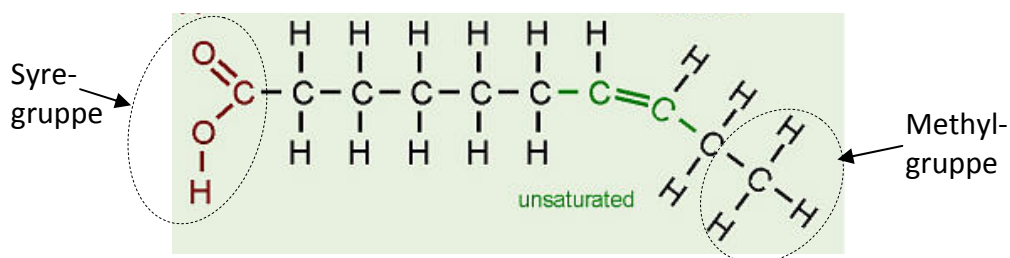
Gå videre til Post 3

Ole:

”..Men i skal huske på at det er os der konstruerer liposomerne. Det er os der er ingeniørerne omkring dem. Så det vil sige at hvis de ikke er tætte og lækker under nogle omstændigheder, så går vi bare tilbage i laboratoriet og laver dem om. Fordi vi kan nu bruge viden om kemien og fysikken af liposomerne til at lave dem tætte når de skal være tætte. Vi har en helt masse knapper at skrue på. En knap det kunne f.eks. være at vi tager fedtstoffer af forskellige slags, nogle med lange kæder, nogle med korte kæder, nogle med forskellige hoveder på.”

Fedtsyrer

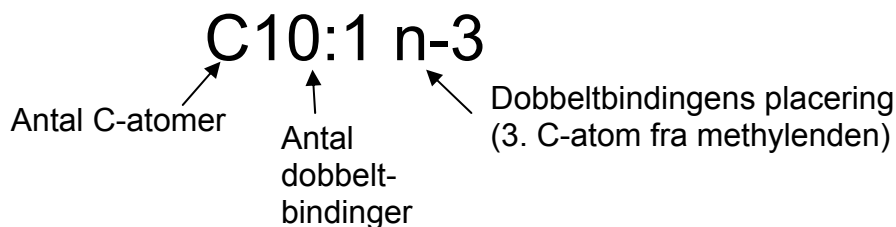
Der er to fedtsyrer i hvert fosforlipid. Fedtsyrer består af lange kæder af kulstofatomer der kan være bundet sammen af enkeltbindinger og dobbeltbindinger. Mættede fedtsyrer indeholder kun enkeltbindinger, mens umættede fedtsyrer består af en eller flere dobbeltbindinger.



Alle fedtsyrer har en methylgruppe i den ene ende og en syregruppe i den anden ende. Man navngiver en fedtsyre ved at angive antallet af C-atomer, dernæst antallet af dobbeltbindinger og til sidst angives den første dobbeltbindings placering i forhold til methylenen.

Hvis der er to eller flere dobbeltbindinger sidder de altid placeret med et C-atom imellem sig -CH₂-CH=CH-CH₂-CH=CH-CH₂-, derfor er det kun nødvendigt at angive placeringen af den første dobbeltbinding.

Fedtsyren i figuren navngives



Navngiv de to fedtsyrer på næste side på formen C__:_ n-__ i jeres **svarark**.



Gå videre til Post 4

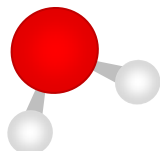
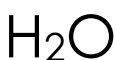
[illegible]CCCCC=CC=CC=CC=CC=CC=CC(=O)O

Ole:

"Nu sagde jeg at i is sidder molekylerne pænt ordnet i forhold til hinanden og i vand da drøner de rundt imellem hinanden. Vi beskriver den her grad af henholdsvis orden og uorden indenfor fysikken med et begreb som vi kalder entropi. Og entropi er et mål for systemets orden. Vi siger når vi har høj grad af orden så har vi lav entropi. Så is har lav entropi og vand, hvor der er meget uorden, hvor der er meget rod, der har vi høj entropi. Og der er et helt generelt princip, som gælder i naturen, for systemer under passende betingelser, eller for eksempel for universet som helhed. Der er en universel lov som siger at entropien den er altid voksende.

.....

Så det at vi nu har plaget vandet med at hælde de her fosfolipider ud i vandet, gør at vandmolekylerne bliver frustrerede, vi tvinger, som Bangham sagde, vandet til at gøre noget det ikke vil, for vandet vil gerne danne brintbindinger. Systemet løser det ved at danne liposomet. Og det afgørende her er det, at det sker helt af sig selv. Det er en spontan proces og det har noget at gøre med entropien i hele blandingen af vand og fedtstoffer."



4.1

Tegn i jeres **svarark**, hvordan ét vandmolekyle binder sig til 4 andre vandmolekyler ved hjælp af hydrogenbindinger. Angiv ladningen på atomerne.

4.2

Ved hjælp af databogen skal I nu finde nogle af de egenskaber, hvor vand skiller sig ud i forhold til andre små molekyler. I skal sammenligne vand med et andet lille molekyle, nemlig methanol (CH_2OH).

- Molmasse [$\text{M}/(\text{g}/\text{mol})$]
- Smeltepunkt [$t_s/^\circ\text{C}$]
- Kogepunkt [$t_k/^\circ\text{C}$]
- Overfladespænding [$\sigma/(\frac{\text{mN}}{\text{m}})$]
- Varmekapacitet ved 25°C [$c_p/\text{J}(\text{g}\cdot\text{grad})$]
- Massefylde ved 20°C [$\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$]



Sang:

Answers today or tomorrow

Perhaps

If not today maybe Friday

Perhaps

So they are waiting and trying and thinking

– and reconsidering

Multiple choice

Sæt kryds i det rigtige felt på jeres **svarark**

- 5.1 De kliniske forsøg starter til sommer i:
a) Amsterdam b) Rotterdam c) Birmingham
- 5.2 Den del af immunforsvaret, der tager noget fremmed ind i sig og destruerer det:
a) Fagocytter b) Lymfocytter c) Cytokiner
- 5.3 De tre forskere hedder:
a) Anne, Ole og Janus b) Anna, Ole og Jonas c) Anne, Ole og Jonas
- 5.4 Angiv et andet ord for programmeret celledød:
a) Apoptose b) Amylose c) Fagocytose
- 5.5 Ifølge forskerne får man sine bedste ideér:
a) I køen i Bilka b) I samspil med andre c) På sit kontor
- 5.6 Hvad driver, ifølge forskerne i stykket, grundforskningen?
a) Nysgerrighed b) Udsigten til mange penge c) Status blandt kollegaer
- 5.7 Fosfolipider er:
a) Hydrofile b) Amfifile c) Hydrofobe
- 5.8 Hvor mange andre vandmolekyler binder et enkelt vandmolekyle til?
a) 3 b) 4 c) 5
- 5.9 Hvorfor satte de polymerer på liposomerne?
a) Så de blev tætte b) De er nemmere at åbne
c) For at beskytte dem fra immunsystemet
- 5.10 Hvilke fag anvendes i udviklingen af de "magiske kugler"?
a) Kun fysik b) Kemi og biologi c) Fysik, kemi og biologi



Ole:

"Fordi vi kan nu bruge viden om kemien og fysikken af liposomerne til at lave dem tætte når de skal være tætte. Vi har en helt masse knapper at skrue på. En knap det kunne f.eks. være at vi tager fedtstoffer af forskellige slags, nogle med lange kæder, nogle med korte kæder, nogle med forskellige hoveder på. Vi kunne også bruge et særligt fedtstof og det særlige fedtstof det er kolesterol. I kender sikkert alle sammen kolesterol. De fleste kender det måske for det dårlige, kolesterol er et molekyle som har et rigtig dårligt rygte, men faktisk er det sådan at kolesterol er et molekyle som har en helt særlig evne til at modificere liposomer og membraners egenskaber. Det har naturen fundet ud af for 1½ milliarder år siden, fordi alle højere organismer, dyr, planter, svampe, de har alle sammen i deres membraner, det vi kalder plasmamembraner, den yderste skal af cellerne, der har de kolesterol eller lignende steroler."

Kolesterol – et særegent molekyle

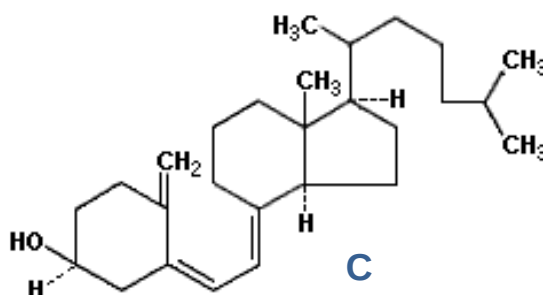
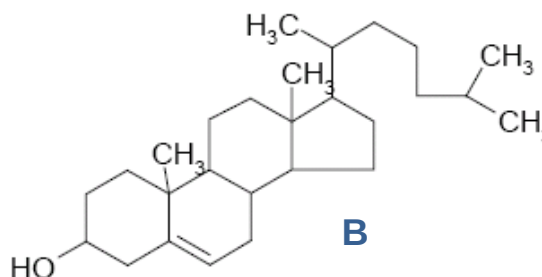
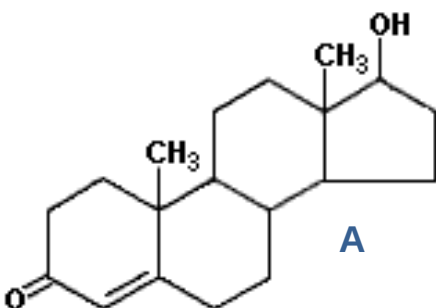
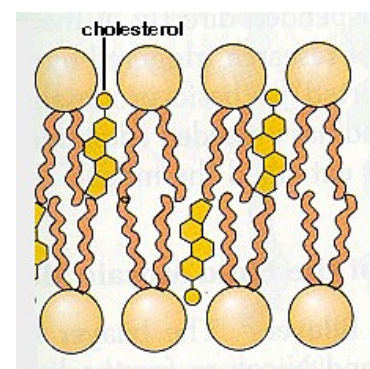
6.1 Hvilken rolle spiller kolesterol i cellemembranen?

- a. Membranen bliver blødere
- b. Membranen bliver stivere
- c. Membranen bliver mere porøs

6.2 Der findes kolesterol i alle vores cellemembraner, og det skal være der. I kolesterol er der:

27 C-atomer, 45 H-atomer og 1 O-atom

Find ud af, hvilken af de tre steroler, angivet nedenfor, der er kolesterol (de andre er testosteron og D-vitamin).



Ole:

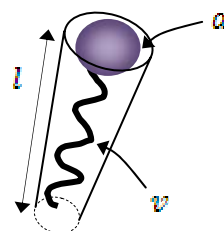
"Men det enzymet gør, det sætter sig på overfladen af membranen og virker kun der. Det virker ikke ude i væsken. Det sidder på overfladen af membranen og det virker som en saks og klipper den ene hale af fosfolipidet, som nu går i to stykker, vi kalder dem nedbrydningsprodukterne, så vi på den ene side har et hoved, hvor der bare er en hale på, og på den anden side, der har vi bare en enkelt hale, som hedder en fedtsyre. Det molekyle som har et enkelt hoved og en hale, hedder et lysolipid. Nu er det sådan at hvis vi tager lysolipider, eller fedtsyrer og blander dem i vand, så danner de ikke liposomer, de danner ikke dobbeltlag. Og grunden til de ikke gør det, har noget at gøre med molekylerne form."

Nedbrydningsprodukter

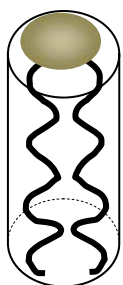
Et lipidmolekyle skal have cylinderform for at kunne indgå i en membran, dvs et lipid dobbeltlag. Formen af lipidet afhænger af hovedets størrelse og størrelsen på den hydrofobiske hale.

Et lipidmolekyles evne til at indgå i et lipid dobbeltlag beskrives ved hjælp af en pakningsparameter, P , med formlen:

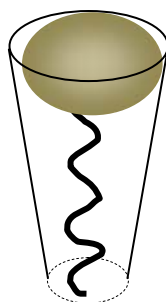
$$P = \frac{v}{a \cdot l}$$



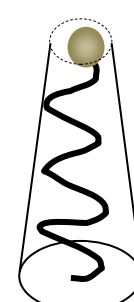
v er volumen af lipidet, mens a er arealet af lipidets hoved og l er længden af lipidets hale. Da $a \cdot l$ er formlen for en cylinders areal, betyder det at $P = 1$, hvis lipidet har cylinderform.



1) Fosfolipid



2) Lysolipid



3) Fri fedtsyre

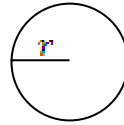
7.1 Beregn P for de tre lipider ved hjælp af formlerne på næste side. Find værdierne ved at måle på keglestubbene og ikke direkte på lipiderne. (Tag gerne et ark fra plastiklommen og mål på det).

7.2 Angiv, hvilken af de seks strukturer, I mener lipiderne helst vil indgå i, i forhold til deres form.



Cirkel

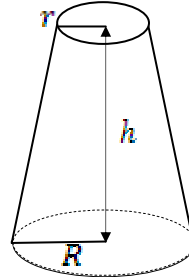
$$A = \pi r^2$$



A = Areal af hele overfladen
V = Volumen

Keglestub

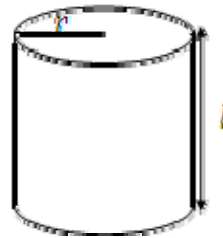
$$V = \pi \cdot \frac{h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$



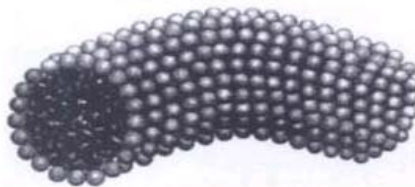
Cylinder

$$A = 2\pi r(r + l)$$

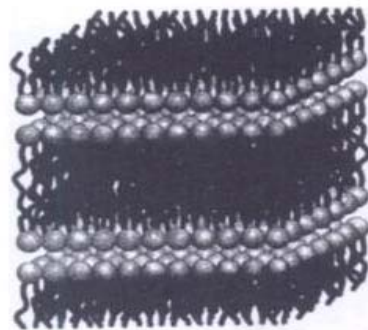
$$V = \pi r^2 l$$



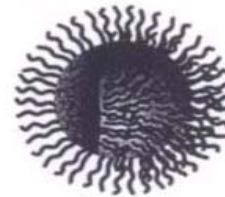
(a) Spherical micelle



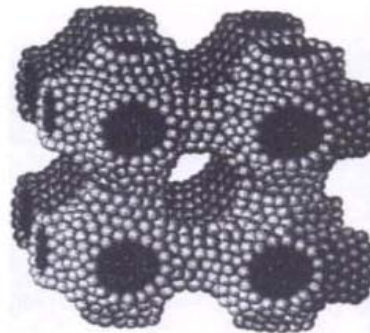
(b) Cylindrical micelle



(c) Lamellar phase



(d) Reversed micelle



(e) Bicontinuous structure

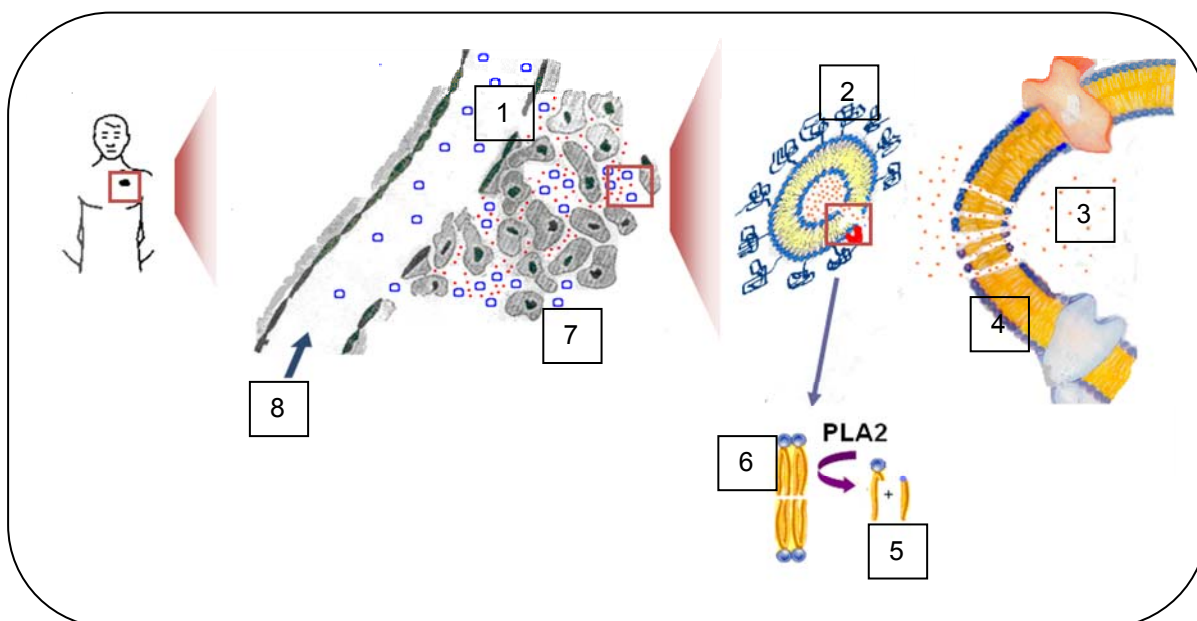


(f) Vesicle

Ole:

”....nøglen til at åbne liposomerne ligger i canceren selv. Og ligger der, præcis der, hvor den skal bruges og ikke andre steder. Så efter vi fik den indsigt så skifter forskningen karakter. Nu går den fra at være grundforskning og nysgerrighedsdrevet forskning til at være målrettet forskning. Målet er nu at lave en kugle, en konkret kugle, et konkret liposom, med et konkret lægemiddel indeni som kan bruges i kemoterapi til behandling af cancer. Den slags udvikling, den foregår bedst i regi af et firma, så derfor stifter vi et firma i 2001, LiPlasome Pharma hedder firmaet og Kent Jørgensen er firmaets direktør.”

LiPlasome Pharma A/S



Figuren stammer fra LiPlasome Pharmas hjemmeside og giver en oversigt over, hvordan LiPlasomerne skal anvendes og hvordan de virker, når de sendes ind i blodbanen. Kombinér tallene på figuren med det rigtige bogstav udfor teksten herunder. Angiv sammenhængen f.eks (K, 9) i jeres **svarark**.

A	Cancervæv, som producerer store mængder af fosfolipase PLA2	E	Cellegift
B	Lipidmembran	F	Polymerer
C	LiPlasomer med cellegift sendes ind i blodbanen	G	Utæt blodkar
D	Nedbrydningsprodukter	H	Fosfolipid



Jonas

"Jeg har kontakt til et firma der arbejder med lige præcis den her mission. Det hedder LiPlasome Pharma A/S og blev skabt i 2001 med det formål at skabe magiske kugler af fedt, som kan indkapsle cellegiften, så man kun rammer de syge celler."

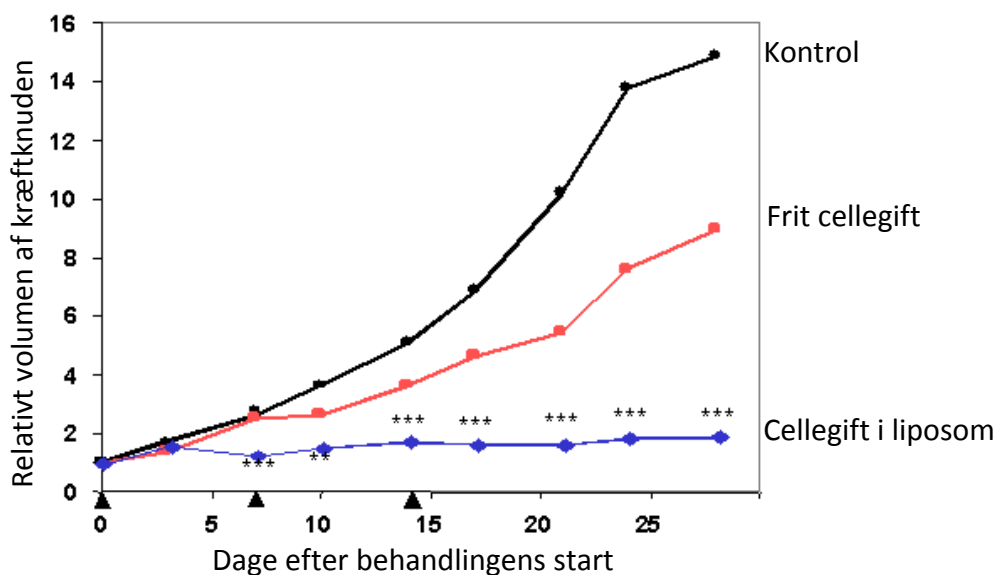
Dyreforsøg

Herunder ser I en figur fra LiPlasome Pharmas hjemmeside, der viser resultaterne af en undersøgelse, hvor mus har fået sprøjtet kræftceller fra mennesker ind under huden og derefter behandlet med enten frit cellegift sprøjtet direkte i blodåren eller med cellegift indkapslet i et liposom.



- 9.1 Jeres opgave er nu med 5 linier at forklare, hvad grafen viser. I skal anvende følgende ord: *kræftknode*, *reduktion* og *kontrolgruppe* i jeres forklaring. Angiv forklaringen i jeres **svarark**.

Behandling af kræftramte mus med frit cellegift og cellegift indkapslet i liposomer



Udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiet

Stinne Hørup Hansen, Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet

Artiklen beskriver erfaringer fra et tværfagligt forløb mellem fysik, kemi, biologi og matematik i en 1. g-klasse. Baseret på klasserumsobservationer og interviews fremlægges, ved hjælp af en række cases om lærernes tværfaglige tolerance, tværfaglig undervisning af enkeltfaglig lærer og elevernes håndtering af tværfagligheden, de udfordringer der kan opstå når fire fag og ikke mindst fire lærere skal samarbejde om et tværfagligt forløb. Det vurderes at lærerne ikke besidder de tværfaglige kompetencer der kræves for at integrere fagene i et samlet forløb frem for at køre parallelundervisning uden fagoverskridende aspekter. Det faglige samspil blev således overladt til eleverne.

Introduktion

Med gymnasiereformen der trådte i kraft i august 2005, stilles der krav til øget samspil mellem de naturvidenskabelige fag. Der lægges således op til et tættere samarbejde mellem fagene, men for at dette kan lade sig gøre, skal både elever og lærere forsynes med de didaktiske redskaber der er nødvendige for at håndtere fagintegrationen.

Nærværende artikel er en fremlæggelse af et undervisningsforløb for fysik, kemi, matematik og biologi i en 1. g-klasse på et dansk bygymnasium. Jeg fik mulighed for at deltage i planlægningen og afviklingen af det tværfaglige projektforsløb i begyndelsen af mit ph.d.-studium. Da der i gymnasiereformen er krav om at gymnasieskolerne sammensætter lærerteam til varetagelse af tre tværfaglige forløb, nemlig Almen sprogforståelse, Naturvidenskabeligt grundforløb og Almen studieforbereelse, havde gymnasiets biologi-, fysik-, matematik- og kemilærere, i en 1. g-klasse fået til opgave at gennemføre et tværfagligt projekt i foråret 2005. Projektet var således en forberedelse til gymnasiereformen og de teamorganiserede tværfaglige projektforsløb. Undervisningsforløbets krav og udfordringer kan i store træk sammenlignes med de problemstillinger lærerne aktuelt møder i afviklingen af Naturvidenskabeligt grundforløb.

I artiklen vil jeg behandle de udfordringer jeg observerede ved at fire fag og ikke mindst fire faglærere skulle arbejde sammen. De relevante problemstillinger fra det tværfaglige forløb vil blive eksemplificeret ved en række cases. Afslutningsvis vil jeg komme med et bud på hvordan man kan forbedre kvaliteten af tværfagligt projektarbejde i praksis.

Jeg er opmærksom på at man i gymnasiale sammenhænge foretrækker at anvende begrebet “samspil mellem fagene” og i andre sammenhænge “fagintegration” eller “interdisciplinaritet” i stedet for tværfaglighed. Betegnelserne dækker alt fra parallelundervisning i flere fag inden for samme emne til total fagintegration. I dette projekt valgte jeg at bruge betegnelsen tværfaglighed da det er et begreb eleverne er fortrolige med. Tværfagligheden i projektet bestod i starten fortrinsvis af parallelundervisning, mens fagene stort set var integreret i slutningen af forløbet. Dette vil blive uddybet senere i artiklen.

Projektet

Emne

Stråling blev valgt som det overordnede emne for projektet da det indgår i pensum i fysik og anvender eksponentialfunktionen og halveringskonstanten fra matematik. En afgørende faktor for emnevalget var at alle lærerne kunne se relevansen af at belyse emnet fra netop deres fag.

Koncept

Projektets formål var at lade eleverne udarbejde en rapport om et emne inden for stråling og dernæst lave en mundtlig fremlægning af rapporten. Rapporten blev udarbejdet i grupper valgt af lærerne ud fra det princip at grupperne skulle bestå af fagligt stærke og svage elever. Eleverne blev introduceret til projektet og emnet stråling ved hjælp af et kompendium jeg udarbejdede efter aftale med lærerne. Kompendiet handler om en 16-årig pige og beskriver kortfattet i hvilke sammenhænge hun kommer i forbindelse med stråling af forskellig art, eksempelvis fra solariebrug og mobiltelefoni – situationer som eleverne kan relatere til (figur 1 viser et uddrag af kompendiet). Kompendiet afsluttes med uddybende information om stråling samt en liste over de emner inden for stråling grupperne kunne vælge at arbejde videre med (se tabel 1).

Sol, solarier, fotosyntese & D-vitaminer	Kræft. Initiering og behandling
Mobiltelefonstråling og hjernens kemi	Fosterdianostik og ultralydskanning
UV-stråling	Røntgenstråling
Radio og tv-bølger	Farver. Farvestoffer. Synligt lys
Mutationer, DNA, planteavl og udvikling af nye arter.	Strålesyge, direkte kropslige reaktioner på stråling
Daglig bestråling (madvarer, radonstråling i huse)	Kosmisk stråling. Gammaglimt fra sorte huller.

Tabel 1. Tværfaglige emner grupperne kunne vælge at arbejde med.

Projektets koncept kan relateres til de kriterier der ifølge Mitchell (1993) skal være opfyldt for at elevernes interesse for et emne stimuleres og fastholdes. Princippet i Mitchells model er at man kan fange elevers interesse ved at stimulere dem følelsesmæssigt og forståelsesmæssigt ved at lade dem arbejde i grupper, anvende computere og udføre små udfordrende opgaver og forsøg der kræver kreativ tænkning. For at fastholde interessen skal eleverne føle at projektet er meningsfuldt, og de skal understøttes med de kundskaber der skal til for at håndtere opgaven. Ved at lade eleverne arbejde selvstændigt i grupper og selv vælge et emne inden for stråling, udarbejde en problemformulering, planlægge projektets forløb og søge information på internettet forventede vi at fange og fastholde elevernes interesse.

Mit fokus i denne artikel er elevernes og lærernes håndtering af tværfagligheden. Derfor vil jeg ikke komme nærmere ind på interessebegrebet og hvilken effekt projektet havde på elevernes interesse for naturvidenskab.



Ursulla kan rigtig godt li' grapefrugter med rødt kød. De er fremavlet ved at bestråle kernerne fra de gule grapefrugter med gamma-stråler. Ursulla synes det lyder lidt uhyggeligt med strålerne og spekulerer over om grapefrugterne indeholder gamma-stråler og om det faktisk er sundt at spise dem.

Hvad sker der med kernerne når de bliver bestrålet?

Hvad er gamma-stråler?

Figur 1. Uddrag fra inspirationsmateriale der introducerer til et tværfagligt projekt om stråling.

Faglige krav

Alle fire fag har en række obligatoriske afleveringer i løbet af året som omfatter opgaveregning i matematik og rapporter over praktiske forsøg i biologi, fysik og kemi. Dette betød at projektet skulle afsluttes med en rapport hvor alle fagenes krav til afleveringer blev imødekommet. Matematiklæreren var den eneste lærer der udleverede et ark med de krav der blev stillet til matematik. På arket stod blandt andet:

Rapporten skal indeholde følgende:

1. En redegørelse for hvad der forstås ved en eksponentiel udvikling, og hvad det har med radioaktiv stråling at gøre.
2. En redegørelse for, hvad der forstås ved halveringstid.
3. En beskrivelse af hvad enkeltlogaritmisk papir er for noget, og hvordan det bruges i forbindelse med eksponentielle udviklinger.
4. En redegørelse for hvordan vi laver eksponentiel regression på TI-89.

Find selv eksempler, der anskueliggør de enkelte punkter.

Biologilæreren havde skaffet bestrålede frø fra Risø til alle grupperne. Frøene skulle dyrkes, og forholdet mellem strålingsdosis og planternes højde skulle afbildes, og der skulle redegøres for resultaterne. De officielle krav fra kemi- og fysiklærerne var mindre strukturerede end i biologi og matematik. Kravene var at grupperne skulle udføre et forsøg inden for hvert fag, gerne i relation til deres emne, og redegøre for forsøget som en del af rapporten.

Det praktiske forløb

Elevernes hjemmearbejde som optakt til forløbet var at læse kompendiet om stråling. Den første dag med projektet havde eleverne fysik, og fysiklæreren valgte at bruge timen til at demonstrere forskellige former for stråling for at fange elevernes interesse for emnet. Eleverne oplevede hvordan en sprunget pære kan begynde at lyse ved at sætte den i et glas vand i mikrobølgeovnen. Eleverne så også hvordan lyset spredtes ved at blive sendt igennem et gitter, hvilket førte til en kort gennemgang af bølger og det elektromagnetiske spektrum. Resten af timen blev brugt på at vælge emner i grupperne.

Tre af grupperne valgte at skrive om kosmisk stråling, to af grupperne om stråling og kræft mens den sidste gruppe valgte at skrive om stråling og farvernes verden.

Det praktiske forløb så således ud:

- Introduktion til emnet via kompendium samt tavleundervisning om stråling i fysik og kemi

- Emnevalg i grupper
- Litteratursøgning
- Skrive problemformulering
- Dyrke planter af bestrålede frø i biologi
- Udføre forsøg i fysik og kemi
- Redegøre for eksponentiel udvikling og halveringskonstanten i matematik
- Skrive dagbog på intranettet
- Udarbejde tværfaglig rapport
- Mundtlig fremlæggelse

Ved at afslutte projektet med en mundtlig fremlæggelse blev elevernes mundtlige formidlingsfærdigheder trænet. Denne afslutningsform stillede krav til at alle fire lærere var til stede samtidigt, hvilket på det tidspunkt var en meget usædvanlig situation i gymnasiet.

Projektet blev afviklet i løbet af tre uger.

Etnografisk metode

Mit formål med at forske i forløbet var at undersøge hvorvidt det var muligt at lave et tværfagligt forløb imellem matematik og de naturvidenskabelige fag hvor eleverne oplevede at faggrænserne blev udvisket. Dette krævede således at jeg samarbejdede med lærerne om planlægningen af projektet så nedbrydningen af faggrænserne blev en del af forløbets overordnede struktur. Konkret udarbejdede jeg det korte inspirationskompendium om stråling og var fortaler for at projektet blev afsluttet med en samlet rapport og en mundtlig fremlæggelse. Fordelen ved aktivt at samarbejde med lærerne i planlægningen er at man som forsker får indblik i planlægningsprocessen samtidig med at man kan påvirke den i den retning man ønsker. Fordele og ulemper ved at samarbejde med lærerne er uddybende beskrevet i en artikel af Paul Cobb (Cobb, 2000).

Under selve afviklingen af projektet anvendte jeg en teknik kaldet "deltagende observatør" (Zevenbergen, 1998) som etnografisk metode til at indsamle data. En af fordelene ved som forsker at være deltagende observatør og dermed blive betragtet som en "ekstra lærer" er at der opstår en højere grad af fortrolighed og afslappethed hos lærerne og eleverne end hvis man var en fremmed og tavs observatør af undervisningen.

Jeg var til stede under hele forløbet og observerede elevernes arbejde og deres kontakt med lærerne. Jeg afsluttede projektet med spørgeskemaer og deltog efterfølgende i klassens årsprøve i fysik, hvor eleverne kunne trække spørgsmål om emnet stråling og deres egen rapport. 1 1/2 år efter projektet vendte jeg tilbage til klassen for at interviewe elever fra hver af grupperne. I den forbindelse stillede jeg spørgsmål

til deres oplevelser og minder om strålingsprojektet samt om deres oplevelser med tværfaglige projekter generelt.

Det empiriske materiale er således indsamlet fra flere vinkler:

- Feltnoter. Observationer af elevernes samtaler internt i gruppen samt deres kontakt med lærerne
- Dagbøger fra gymnasiets intranet
- Spørgeskemaer ved projektets afslutning
- Observation af mundtlig årsprøve i fysik
- Interviews med eleverne 1 1/2 år efter projektets afslutning

I denne artikel har jeg valgt at anvende resultater fra observationer og interviews.

Resultater og observationer

Jeg valgte at fokusere på hvordan eleverne håndterede samspillet mellem fagene, og dermed hvordan de evnede at navigere rundt mellem fagene og integrere alle fagene i en samlet rapport. Under forberedelsen af projektet blev jeg klar over at et andet vigtigt fokusområde var lærerne. Det følgende handler således både om lærernes håndtering af det tværfaglige aspekt samt elevernes måde at håndtere samspillet mellem fagene på.

Jeg præsenterer resultaterne ved hjælp af udvalgte cases der belyser undervisningssituationen og bidrager til evalueringen af forløbet.

Case 1: Lærernes tværfaglige tolerance

Lærernes største udfordring var at bidrage tværfagligt til forløbet. Særligt matematiklæreren havde svært ved at se mulighederne for fagoverskridende opgaver. Som det fremgår af nedenstående uddrag fra en samtale mellem matematiklæreren og én af grupperne, insisterede matematiklæreren direkte på at eleverne skulle aflevere matematikdelen i en separat rapport da han opdagede at eleverne ikke havde arbejdet med matematikdelen selvom der stod matematik på skemaet.

Følgende er et uddrag af samtalen mellem en gruppe og matematiklæreren (ML):

Magnus: Vi har ikke lavet noget matematik endnu. Vi regnede med at hvis vi gik videre med projektet vil vi støde på noget matematik.”

Karen: “Vi skal bare have nogle stoffer med deres halveringstid og så regne på det. Vi vil gerne have noget der hænger sammen med vores projekt.”

ML: “I skal lave en delrapport der kun handler om matematik.”

Efter denne episode talte jeg med matematiklæreren og opfordrede til at lade matematikken være en del af den samlede rapport og dermed støtte det tværfaglige koncept vi i fællesskab var blevet enige om under et af planlægningsmøderne. Matematiklæreren skrev efterfølgende en mail til lærerne og undertegnede:

Jeg har efter ønske fra flere grupper (og Stinne) besluttet at bede grupperne inddrage matematikken i den fælles rapport, og altså ikke forlange en særskilt matematik-delrapport.

Mange lærere, og dermed også elever, ser faget matematik isoleret fra de naturvidenskabelige fag, og de besidder ikke de tværfaglige kompetencer der kræves for at integrere matematikken i for eksempel fysik (Michelsen, 2006). Michelsen (2001) gennemgår hvorledes elever kan modellere eksponentialfunktionen ved at simulere radioaktivt henfald. Modellering åbner muligheden for samspil mellem matematik og de naturvidenskabelige fag, og det havde været en mulighed at benytte denne metode til at introducere eleverne for eksponentialfunktionen i dette konkrete projekt. I den forbindelse henviser jeg til Undervisningsministeriets faglige rapport om matematik: Kompetencer og matematiklæring (2002), som blandt andet indeholder en række forslag til fornyelse af matematikundervisningen.

På spørgsmålet *“Hvad tror du lærerne synes om tværfaglig undervisning?”* svarede en af drengene følgende:

“Jeg tror de synes det er besværligt i hvert fald. Men det kan måske gi’ en bedre indsigt og interessere eleverne mere, og det er jo sådan også en motivation for lærerne, kan man sige, at deres elever sådan får en kraftigere interesse for det. Men samtidig så er det også bare meget arbejde, og det er lidt kompliceret at gå ind i (...) Det er måske forskelligt hvor meget læreren kan li’ at man laver noget der måske ikke har noget med deres fag at gøre.” (forfatterens fremhævnning)

Når man arbejder tværfagligt ud fra et givent emne og uden detaljerede krav fra fagene, er det naturligt at der bliver lagt mere vægt på nogle af de involverede fag frem for andre. I de fleste tilfælde er det problematisk at bevare en rød tråd i rapporten hvis alle fag skal have lige meget vægt. En nedbrydning af faggrænserne kræver således at fagene ikke behøver at fylde lige meget, og at lærerne er villige (og kan tillade sig det i forhold til pensum og afleveringskrav) til at træde til side med deres fag og lade eleverne bestemme vægtningen af faget i forhold til deres rapport.

Lærernes manglende tværfaglige tolerance bunder i to ting. For det første var der nogle pensummæssige og afleveringsmæssige krav der skulle opfyldes for at de kunne bruge så forholdsvis mange timer på projektet. For det andet var lærerne usikre på at

træde ind på de andres fagområder. Dette bevirkede at de forsøgte at trække eleverne tilbage til deres egen "faglige hjemmebane" uafhængigt af det emne eleverne havde valgt at arbejde med.

Case 2: Elevernes håndtering af tværfaglighed

Forløbets opbygning gav eleverne en skiftevis flerfaglig og enkeltfaglig tilgang til emnet. Når de mødtes med faglærerne, blev de bedt om at fokusere på de enkelte fag, mens de selvstændigt i grupperne arbejdede tværfagligt. Eleverne brugte meget tid på at tilgodese alle fagene og imødekomme de forskellige krav der blev stillet fra de fire fag.

Dreng:

"Jeg synes det er noget af det sværeste vi har haft [henviser her til matematikken]. Det er første gang vi har sådan noget rigtig gymnasieagtigt. Jeg havde forventet at det ville være sådan hele tiden. Det er også svært at tænke på alle fagene samtidig. Det første vi gør når vi mødes, er at snakke om hvordan vi kan få alle fagene med."

En af grupperne snakker med kemilæreren (KL).

Tina: "Vi skal lave et forsøg med at måle stråling indenfor og udenfor i eftermiddag."

KL: "Hvordan vil I få noget kemi med ind i det?"

Tina: "Kan vi lave et forsøg med frie radikaler? Bare sådan et lille et? Det er lidt kedeligt hvis vi alle sammen laver det samme."

Pia: "Vi har kun noget kemi med om dna."

KL: "Hvad forstår I ved dna? Et dna-molekyle er jo opbygget kemisk. Det kunne I jo skrive noget om."

Pia: "Hvad med den katastrofe i Tjernobyl, kan der ske en evolution ved det? Kunne man ikke kæde det sammen med mutation?"

Astrid: "Har et nordlys ikke noget med kemi at gøre?"

KL: "Jo."

Tom: " γ -stråling, har det ikke noget med kemi at gøre?"

KL: "Jo, det er også meget fysik. Jeg tror at I skal lave forsøg med γ -stråler i fysik."

Astrid: "Kan man lave et forsøg med nordlys?"

KL: "Nordlys er noget med nogle exciterede elektroner."

Astrid: "At de henfalder."

KL: "Nej, at de hopper fra en energitilstand til en anden."

Astrid: "Er det ikke nok kemi?" [eleven håber på at kemilæreren er tilfreds hvis de skriver om nordlys].

I det ovenstående uddrag af en samtale med kemilæreren er det tydeligt at se at eleverne er forvirrede over hvordan de kan få alle fagene med, og usikre på om det er kemi eller fysik de beskæftiger sig med. De forsøger at få hjælp af kemilæreren som selv er lidt usikker på hvilken rolle kemi skal spille inden for det emne de skriver om. Samtalen viser at eleverne efterspørger hjælp, men i sidste ende overlades det til dem selv at få inddraget alle fagene og dermed tænke tværfagligt, hvilket sætter eleverne i en urimelig situation. Som nævnt i den forrige case kan det diskuteres om det overhovedet er rimeligt at forlange at alle fire fag skal være inkluderet i rapporten hvis ikke emnet er relevant at belyse fra eksempelvis en kemisk indgangsvinkel.

Det lykkedes dog flere af grupperne at udarbejde en rapport der på elegant vis binder alle fagene og forsøgene sammen. En af de grupper der valgte at skrive om kræft, stråling og mutationer, indleder 2. afsnit på følgende måde:

Først har vi lavet en biologirapport over et planteforsøg. Dette forsøg viser os, at stråling i høj grad går ind og påvirker cellerne og laver mutationer.

Overgangen til fysikken og de forskellige strålingstyper håndterede de på følgende måde:

Vi har valgt at beskæftige os med kræft, opstået som følge af radioaktiv stråling.

og videre til et afsnit om strålebehandling:

Stråling kan altså forårsage kræft. Men det kan også bruges som behandling.

Kemien fik de inddraget ved at beregne den energi der skal til for at bryde en OH-binding med følgende overgang:

Menneskekroppen består af 60 % vand. Derfor vil vi nu finde ud af hvad der sker når et vandmolekyle udsættes for stråling.

Beregningen førte dem til følgende sammenhæng:

Vi har nu bevist at bl.a. en gammastråle er nødvendig for at bryde en OH-binding. Vi har valgt at skrive nærmere om gammastråling, fordi den har den nødvendige energi, og en rækkevidde som er skadelig på mennesker fra en længere afstand.

Formålet med fysikforsøget blev dermed:

Vi vil se, hvor meget man kan bremse gammakilden, ved forskellige længder af spegepølse, fordi den indeholder meget vand og fedt ligesom menneskekroppen.

Til gengæld lykkedes det ikke gruppen at lave en overgang til matematikdelen, som derfor fremstår som et kapitel uden sammenhæng med resten af rapporten.

Case 3: Informationssøgning

I projektet tilbragte eleverne megen tid ved computeren for at søge informationer på internettet. Resultatet af en internetsøgning er ikke fagopdelt, hvilket eksemplificeres af en google-søgning på ordet stråling der umiddelbart giver links til informationer fra ordbøger, Sonofon, Kræftens Bekæmpelse, Sundhedsstyrelsen, om Wilhelm Röntgen m.m.

Det var svært for eleverne at havne på et passende fagligt niveau ud fra søgninger på internettet – hvilket rapporterne også flere steder bærer præg af. Til gengæld fik de hjælp til tværfagligheden og blev ofte præsenteret for fascinerende informationer. Eksempelvis læste en gruppe om fantomkroppen Fred som er blevet sendt ud i rummet om bord på den internationale rumstation ISS.

Uddrag af rapport fra gruppe 5:

Han er blevet sendt med rumskibet for at besvare tre vigtige spørgsmål i målet på at finde ud af, hvor meget stråling astronauter egentlig modtager, når de tager ud i rummet. Der er endnu ingen astronauter, som er blevet ramt af strålesyge, men man er sikker på, at astronauterne vil få problemer med helbredet ved gentagende gange at blive udsat for stråling, da det går ind og forstyrrer cellernes funktionsdygtigheder.

Ved at inddrage Fred i deres rapport får gruppen perspektiveret strålingsemnet, og der lægges direkte op til en uddybelse af fænomenerne strålesyge og kosmisk stråling samt funktionen og anvendelsen af dosimetre m.m.

Case 4: Tværfaglighedens styrke

En gruppe sidder og regner matematikopgaver. De har beregnet halveringstiden for et radioaktivt stof og reflekterer over resultaterne.

Anna: "Går der så mange år? Hvor vildt."

Sofie: "Ja, prøv at tænke, der går så mange år før der kun er halvdelen tilbage."

De regner lidt videre:

Sofie: "Hvor er det absurd, efter 3 mio. år, hvis vi har 16 g, har vi kun 1 g."

Ved at regne på fysikken ved hjælp af den matematik de lige har lært, kommer eleverne til at reflektere over de resultater de får. Faktisk blev eleverne i denne gruppe så overraskede over resultaterne at de besluttede sig for at én skulle tjekke facit ved hjælp af en fysikbog, og en anden ville finde fysiklæreren og diskutere det med ham. Eleverne er opmærksomme på at de er i en tværfaglig kontekst, hvilket inspirerer dem til kritisk at vurdere resultaterne ud fra deres kendskab til fysik. Det er vigtigt at eleverne lærer at de gerne må bryde faggrænserne i andre sammenhænge end under tværfaglige forløb. Claus Michelsen (2001) anvender begrebet domæneudvidelse til at beskrive hvordan matematiske begreber kan overføres til og anvendes i fysik. Elever der danner matematiske begreber i et udvidet fagligt domæne, opnår mere bæredygtige og fleksible begrebsbilleder og er dermed i højere grad end normalt i stand til at identificere nye fagoverskridende situationer og problemstillinger hvor de nytilegnede ideer, modeller og begreber kan være relevante at anvende (Michelsen, 2001).

Case 5: Flerfaglig undervisning af enkeltfaglig lærer

Ditte: "(...) Jeg har aldrig forstået hvad det er der vælger at henfalde. Hvorfor er det den halvdel og ikke den anden? Det er altid den samme halveringstid."

ML: "Forestil jer at det er ligesom en isterning der smelter."

Ditte: "Aaah, nu forstår jeg det!"

Har man kendskab til fysik, vil man vide at det svar matematiklæreren giver her, grundlæggende er forkert. Desværre er svaret ikke bare forkert, men svaret er også en analogi der umiddelbart er nem at forestille sig, og dermed vil det hænge ved hos eleverne. Jeg har valgt at tage dette eksempel med for at illustrere hvordan eleverne kan modtage fejlagtige informationer når de undervises tværfagligt af en lærer der som i dette tilfælde ikke har læst fysik på universitetet. Læreren var specialiseret inden for matematik og idræt, men er ikke fagligt rustet til tre ud af de fire fag i det tværfaglige projekt. Det samme var tilfældet for biologilæreren, der også underviser i billedkunst. Det er nødvendigt for lærerne at have indsigt i alle involverede fag for at kunne bidrage tilfredsstillende til et tværfagligt projekt. Uden denne indsigt overlades tværfagligheden til eleverne.

En pige svarer på spørgsmålet "Hvis man skulle øge samspillet mellem fagene, hvor skulle man så sætte ind?":

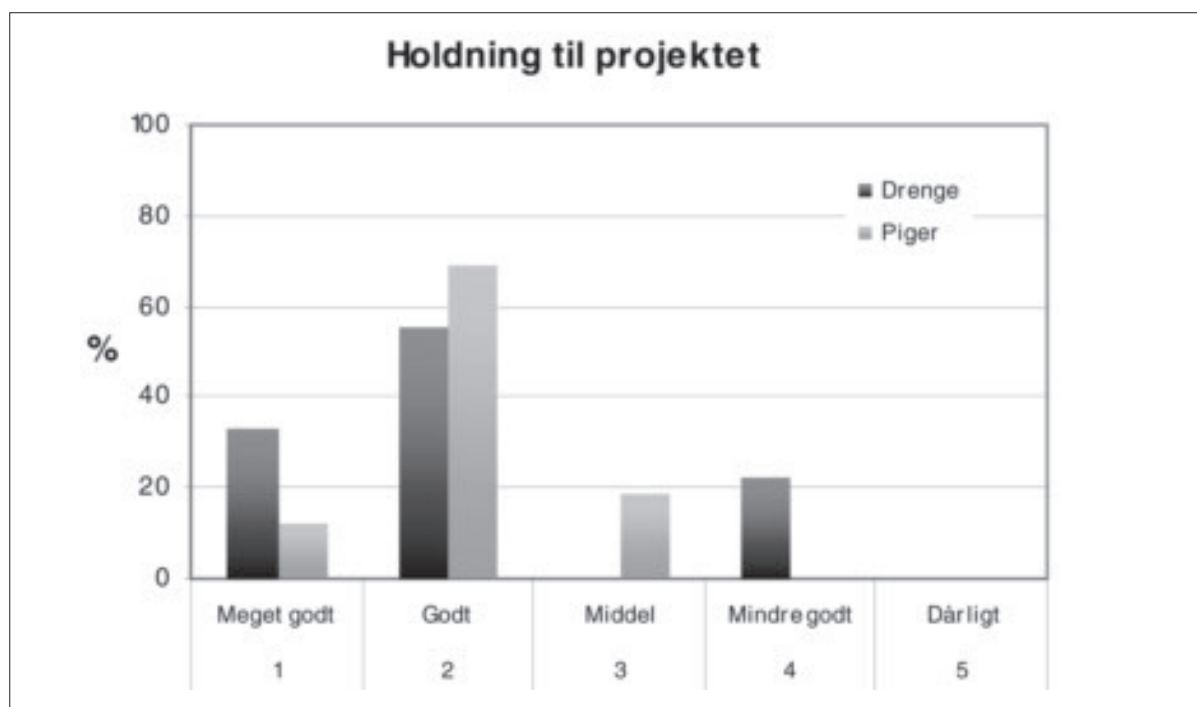
"Det kunne gøre undervisningen mere spændende, men jeg tror det er et problem med lærerne. Jeg tror ikke de gider."

Reformen har imidlertid bevirket at lærerne bliver tvunget til at arbejde sammen, og en evaluering af grundforløbet (Dolin et al., 2006) viser faktisk at der er stor tilfredshed

med samarbejdet mellem lærerne, både blandt lærerne og eleverne. Flertallet giver dog udtryk for at Naturvidenskabeligt grundforløb, som dette projekt kan sammenligne sig med, har været tilrettelagt mere som parallelarbejde end egentlig fagintegration.

Evaluering

Eleverne var generelt meget positive over for projektets forløb, hvilket blandt andet afspejles i grafen i figur 2 der viser elevernes svar på spørgsmålet om hvad de syntes om projektet generelt. 81 % af pigerne og 89 % af drengene syntes godt eller meget godt om projektet.



Figur 2. Grafisk afbildning af elevernes holdning til det tværfaglige undervisningsprojekt om stråling.

Tilfredsheden kan ligeledes ses i de nedenstående kommentarer fra eleverne:

Pige: "Det har været rigtig godt. Det er noget jeg gerne vil gøre igen da det er nemmere at overskue hvis man kan beskæftige sig med det samme emne i flere fag. Det gør det også sjovere."

Pige: "Jeg synes det har været godt at prøve at kombinere de forskellige fag, men også lidt forvirrende. Glæder mig nu alligevel til at fagene igen bliver skilt ad."

Dreng (1½ år efter): "Jeg synes den store valgfrihed var noget af det bedste. Det var da noget af det mest selvstændige jeg har lavet i hele gymnasietiden."

Konklusion og perspektivering

Projektet blev iværksat for at forberede lærerne på tværfaglige forløb i forbindelse med gymnasireformen, da lærerne på daværende tidspunkt kun havde ringe erfaring med tværfagligt samspil. Det er mit indtryk at erfaringerne fra dette forløb er aktuelle da de er sammenlignelige med de udfordringer lærerne møder i dagligdagen efter reformen trådte i kraft.

Generelt havde lærerne en positiv tilgang til projektet om end de var usikre på hvordan projektet ville udfolde sig, og tilbageholdende med at lægge en fast struktur ned over projektet – hvilket desuden ville kræve en højere grad af planlægning og dermed flere møder. Indstillingen var således: “Lad os se hvad der sker, og så tager vi den derfra”.

Det havde været nemmere for lærerne at forberede sig til projektet hvis der var en mere fast ramme omkring forløbet. Projektet blev planlagt under to møder der blev afholdt fredag i frokostpausen. Denne mødeform satte en naturlig grænse for mødernes varighed, møderne blev nemt forhastede, og muligheden for fordybelse var begrænset. Ikke overraskende er dette problem forværret efter indføringen af reformen. Langt flertallet af lærerne der indgik i en evaluering af grundforløbet (Dolin et al., 2006), forklarer at det største problem med planlægningen af Naturvidenskabeligt grundforløb er at det er svært at finde mødetidspunkter.

I slutningen af det tværfaglige forløb opfordrede matematiklæreren til et møde hvor vi kunne aftale hvornår eleverne skulle aflevere, hvornår de skulle fremlægge, samt hvordan de skulle evalueres. Dette vidner om den meget løse struktur projektet var bygget op om. Det havde sandsynligvis været en fordel med en “tovholder”/teamkoordinator eller hvis lærerne i højere grad snakkede sammen og koordinerede indsatsen i løbet af projektet. Dette problem kunne for eksempel løses ved at lærerne efter hver time skrev en kort mail om timens forløb og om aftaler indgået med de forskellige grupper.

Strålingsprojektet var meget omfattende da både matematik og de naturvidenskabelige fag var med i det tværfaglige samarbejde. Det var udfordrende for eleverne at forholde sig til fire fag samtidigt, og svært for lærerne at holde sig orienterede om projektets forløb og hjælpe eleverne med faglige problemer der lå uden for deres fagområde. Principielt fjernede lærerne faggrænserne for eleverne og bad dem udføre det tværfaglige arbejde. De blev hjulpet af fagrepræsentanter – ikke af en tværfaglig lærer. Elevernes sværeste opgave var at tænke alle fagene ind i en større sammenhæng mens faglærerne trak i dem fra hver deres side.

Til gengæld gav projektets opbygning en unik mulighed for fordybelse og belysning af et selvvalgt emne fra mange faglige vinkler. Dette aspekt var både tilfredsstillende for eleverne og en afspejling af den moderne forskning hvor der i krydsfelterne mellem flere discipliner foregår en kæmpe udvikling i disse år.

Projektet formåede at interessere og engagere eleverne under hele forløbet, og 1 1/2

år efter projektets afslutning er eleverne stadig i stand til at fortælle indgående om netop deres emne i projektet.

Hvad skal der så til for at optimere tværfaglig undervisning i praksis?

I maj 2006 udgav Undervisningsministeriet (2006) en rapport om teamorganisering og ledelse i gymnasierne. Rapporten præsenterer resultaterne af en undersøgelse af hvordan teamorganisering forløb i det første semester efter reformen trådte i kraft. Gennemførelse af de tværfaglige forløb i organiserede team er en helt ny måde at arbejde på, og de enkelte team har skullet udarbejde nye undervisningsmaterialer til disse forløb. En af hovedkonklusionerne i rapporten er at der har været flest vanskeligheder forbundet med Naturvidenskabeligt grundforløb. En af forklaringerne er at der ikke har været et eksisterende materiale at tage udgangspunkt i, samt at fagene er meget forskellige. Rapporten påpeger således behovet for undervisningsmateriale i form af for eksempel kompendier og tværfaglige bøger der direkte kan benyttes i undervisningsforløbene. I tillæg til konklusionerne i denne rapport foreslår jeg desuden videreuddannelse af lærerne så deres tværfaglige naturvidenskabelige kompetencer forbedres. Dette er nødvendigt hvis man ønsker at samspillet mellem fagene i højere grad skal gennemføres via ægte fagintegration og ikke i form af parallelundervisning, som det fortrinsvist er tilfældet i dag (Dolin et al., 2006).

I publikationen "Bedre Uddannelser" udgivet af Undervisningsministeriet (2002) står der:

Flere studerende gennemfører tværfaglige universitetsuddannelser, som fx nanoteknologi (fysik, kemi, biologi, teknik) og bioinformatik (datalogi, statistik, matematik, molekylærbiologi) frem for de mere traditionelle 2-fagsuddannelser. Det må undersøges, hvordan spørgsmålet om disse kandidaters faglige kompetence til undervisning i gymnasieskolen skal håndteres. Dette skal også ses i lyset af den truende mangel på gymnasielærere inden for naturvidenskab. (Undervisningsministeriet, 2002)

Denne problemstilling blev perspektiveret af én af eleverne da jeg interviewede ham 1 1/2 år efter projektet. I uddraget kommenterer han hvordan lærerne kan blive bedre til tværfaglige projekter:

"Og så tror jeg at hvis man så, ja, det er måske lidt langt ude, men hvis man lavede sådan nogle uddannelser hvor man fik tre-fire forskellige fag [på universitetet], og så det eneste man lavede, det var sådan nogle tværfaglige projekter [på gymnasiet] hele tiden. Jeg tror godt det kunne være godt at have sådan en gruppe lærere der bare ved hvordan man skal arbejde sammen. Så tror jeg at det vil bringe en hel masse mere orden i det."

Man kunne forestille sig en ressourcegruppe bestående af lærere med en tværfaglig universitetsuddannelse hvis primære jobfunktion var at lave tværfaglige projekter enten i samarbejde med klassens egne lærerteam eller separat fra den almindelige undervisning. Denne løsning vil, af økonomiske grunde, ikke blive realiseret da lærerteamet *tilsammen* besidder de faglige kompetencer der kræves for at vejlede eleverne igennem et tværfagligt forløb. Flere gymnasier har dog valgt en sammenlignelig model til afvikling af Naturvidenskabeligt grundforløb, hvor en gruppe lærere har varetaget undervisningen inden for et tværfagligt emne i alle 1. g-klasser på gymnasiet. Denne løsningsmodel sikrer fagligheden, men problemet er til gengæld at lærerne har oplevelsen af at udføre en form for samlebåndsarbejde. Desuden bliver deres kendskab til eleverne og deres kompetencer utilfredsstillende for både lærerne og eleverne (Dolin et al., 2006).

Tværfaglig efteruddannelse af lærerne er derfor en vigtig faktor for at det faglige samspil kan gennemføres på et tilfredsstillende fagligt niveau af alle lærere. En umiddelbar løsning kunne være at opfordre eleverne til at formulere deres spørgsmål til lærerne via intranettet og dermed give lærerne mulighed for at forberede sig før timen og eventuelt opsøge den manglende viden hos deres kollegaer med de rette faglige kompetencer.

Det faglige samspil er kommet i fokus med indførelse af gymnasiereformen i 2005. Nu er udfordringen for underviserne, læremiddeludviklerne og forskerne i fællesskab at løfte opgaven så man ikke overlader det faglige samspil til eleverne. I den forbindelse vil jeg fremhæve at tværfagligt arbejde altid har været et bærende element i htx-uddannelsen. I undervisningsministeriets publikation "De fire tværgående dimensioner på htx" fra 2000 kaldes den ultimative form for tværfagligt samarbejde *tværforløb* og beskrives på følgende måde:

Der vælges et tema/emne, og skemaer brydes op (det vil for det meste være nødvendigt), faggrænser udviskes, lærerrollen ændres til i højere grad at være en konsulentrolle, der arbejdes projektorganiseret, og der er et fælles produktkrav. Denne samarbejdsform vil i langt højere grad end de andre (temaforløb og parallelforløb) fremme elevernes helhedsforståelse, og samtidig vil den være med til at fremme en lang række af elevernes bløde kvalifikationer som f.eks. samarbejdsevner, selvstændighed og ansvar for egen læring.

Publikationen indeholder mange redskabsorienterede anbefalinger til hvordan tværfaglig undervisning kan gennemføres, og behandler desuden de pædagogiske udfordringer og muligheder der ligger i projektorganiseret, tværfaglig undervisning.

Man kunne således med fordel vende blikket mod de tekniske gymnasier og gøre brug af deres mangeårige erfaringer med tværfagligt projektarbejde inden for naturvidenskaberne.

Min baggrund

Jeg er ph.d.-stipendiat under Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik på Syddansk Universitet i Odense. Jeg har en baggrund som civilingeniør i bioteknologi – en meget tværfaglig naturvidenskabelig universitetsuddannelse. Mit ph.d.-projekt er samfinansieret af Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier på SDU og det interdisciplinære forskningscenter BioNET, som er et nydannet nationalt center for biofysisk forskning og undervisning. Med fysikken kan man udvikle modeller, opstille ligninger og anvende naturens love til at beskrive de biologiske systemer i detaljer. Formålet med mit ph.d.-studium er at undersøge hvorledes man kan forbedre elevernes interesse for fysik ved at udvikle og implementere et tværfagligt undervisningsforløb mellem fysik og biologi der tager udgangspunkt i aktuel forskning inden for biofysik.

Referencer

- Cobb, P. (2000). Conducting Teaching Experiments in Collaboration With Teachers. I: A.E. Kelly & R.A. Lesh (red.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Association, Publishers, 12, s. 307-333.
- Dolin, J., Hjemsted, K., Jensen, A., Kaspersen, P. & Kristensen, J. (2006). *Evaluering af grundforløbet på stx*. Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet.
- Michelsen, C. (2002). *Begrebsdannelse ved domæneudvidelse. Elevers tilegnelse af funktionsbegrebet i et integreret undervisningsforløb mellem matematik og fysik*. Syddansk Universitet, Syddansk Universitets Trykkeri.
- Michelsen, C. (2006). Functions: A modelling tool in mathematics and science. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, s. 269-280.
- Mitchell, M. (1993). Situational Interest – Its Multifaceted Structure in the Secondary-School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85, s. 424-436.
- Niss, M., Jensen, T.H., Andersen, T.B., Andersen, R.W., Christoffersen, T., Damgaard, S., Gustavsen, T., Jess, K., Lange, J., Lindenskov, L., Meyer, M.B. & Nissen, K. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Roskilde: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Undervisningsministeriet. (2006). *Teamorganisering og ledelse i gymnasierne. Undersøgelse af de treårige gymnasiale uddannelsers teamorganisering*. s. 1-83. Rambøll Management.
- Undervisningsministeriet. (2002). *Bedre Uddannelser*. Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Undervisningsministeriet. (2000). *De fire tværgående dimensioner på htx*. Jesper Jans, Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen, Området for gymnasiale uddannelser.
- Zevenbergen, R. (1998). Ethnography in the Classroom. I: J.A. Malone, B. Atweh & J.R. Northfield (red.), *Research and Supervision in Mathematics and Science Education*. Mahwah, New Jersey, London, Lawrence Erlbaum Association, Publishers, 2, s. 19-38.