

# åpenbaringsrom:

## rom for deltakelse i realfagsundervisningen

*Participatory spaces in science education*

Philosophiae Doctor (Ph.D.) Thesis

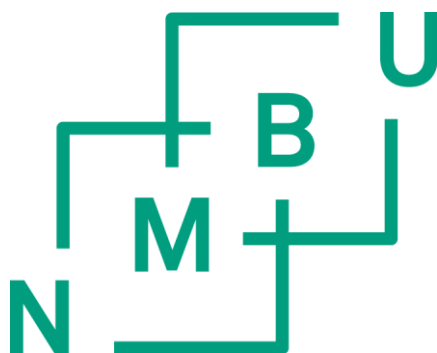
Av Snorre Nordal

Institutt for matematiske realfag og teknologi

Fakultet for miljøvitenskap og teknologi

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, 2015



Avhandling nr. 2015:39

ISSN 1894-6402

ISBN 978-82-575-1286-6



## Til leseren

Dette er en doktorgradsavhandling. Det innebærer at den først og fremst er en svenneprøve på forskningshåndverk, som skal godkjennes av en vitenskapelig bedømmelseskomité. Jeg har ikke desto mindre villet kommunisere med fagfeltets praktikere, og derfor skrevet med undervisningshåndverket for øye og stilet deler av avhandlingen til *læreren*. Doktorgradsarbeidet mitt er motivert av et intenst ønske om å bidra med perspektiver og anbefalinger som er relevante og interessante for skolen, skoleutviklere og utøvende formidlere. Jeg har fokusert på leservennlighet, språklig nyanserikdom og en personlig tone. Jeg håper sjangermangfoldet ikke oppleves som uærbødig respektløshet, men at det snarere inspirerer til innlevelse og ettertanke.



## Takksigelser

Denne avhandlingen er basert på møter med opplærings situasjoner og refleksjoner rundt disse. Jeg vil rette en stor takk til alle elevene som jeg selv har fått undervise, og alle elevene som deltok i casene til prosjektet mitt; dere inspirerer og utfordrer meg, og gir meg tro på fremtiden. Jeg vil takke lærerne og skolelederne jeg fikk virke sammen med mens jeg arbeidet ved Nannestad videregående skole, og de lærerne som inviterte meg som forsker inn i sin undervisning i forbindelse med dette doktorgradsarbeidet. Fra staben ved Norsk teknisk museum skal Håvard Heggelund, Lene Luck, Ann-Kristin Norum Abrahamsen, Eva Marie Sund og Henrik Treimo ha stor takk for vennlig imøtekommenhet og et utmerket samarbeid. Fra staben ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) må jeg særlig takke Tom Ringstad, Ole Mathis Opstad-Kruse, Amund Føyn, Marie Loe Halvorsen og Arne Svendsen og all hjelp i forbindelse med verkstedsarbeidet i forkant av og under «Vindmølleuka». Men jeg må også takke alle studenter og ansatte som jeg har vært i befattning med ved sivilingeniør- og realfagslærerutdanningen på NMBU de siste 15 årene; la meg spesielt nevne Arne Auen Grimenes, Janne Christine Fossum, Petter H. Heyerdahl, Arkadi Ponossov, Astrid Sinnes, Birgitte Bjønness, Margrethe Naalsund og Solveig Strangstadstuen – feiende flotte folk som på forskjellige måter har preget mitt forhold til læregjerningen og realfagene, og for øvrig bidratt til sinnets munterhet og et godt arbeidsmiljø i hverdagen. Seksjonsleder Hans-Erik Lefdal er en bauta ved avdelingen, og har helt siden jeg begynte på en masteroppgave i fysikkdidaktikk for tretten år siden vist meg en raushet og tillit som jeg har satt stor pris på. Sigrid Gjøtterud, Knut Omholt, Erling Krogh og Kirsti Marie Jegstad er ikke mindre flotte, og dessuten gitt meg mange innspill og gode råd i forbindelse med skrivingen av denne avhandlingen. Jeg er takk skyldig til Serge von Arx, Svein Magnussen, Petra Skoglund og (i særdeleshet) Stine Kühle-Hansen, som har bidratt med verdifulle perspektiver og kompetanse. Mine veiledere, Edvin Østergaard, Aksel Hugo og Merethe Frøyland, skal ha heder og ros for ikke å ha mistet troen på prosjektet i møte med min tilbakevendende hang til pessimistisk problematisering, og takk for spennende samtaler underveis. I prosjektets siste fase har særlig Merethes hjelp og støtte vært avgjørende. Takk!

Det er kutyme, nærmest en klisjé, å rette en takknemlig hilsen eller dedikasjon til sin ektemake i et forord som dette. Men jeg tror, ærlig talt, ikke jeg hadde greid å fullføre denne avhandlingen uten all assistanse fra min kone Liv. Det siste halvannen året av denne maratonen har hennes analytiske teft, humørfylte energi, språklige fingerspitzgefühl og gjennomdrivende kreativitet vært helt avgjørende krefter i arbeidet med å få ferdig boka. Ettersom din aksjepost i avhandlingen derved er såpass dominerende, Liv, føles det feil å dedisere den til deg. La meg derfor heller tilegne den til ungene våre – Joar, Embla og Andrea – i undrende forventning over alt det spennende de skal møte og lære og oppleve i årene som kommer.

Snorre Nordal, Oslo, 15. august 2015



# Innhold

Til leseren .....	2
Takksigelser .....	5
Prolog: Erindringens romklang .....	12
Sammendrag.....	14
English summary.....	16
Del 1: Innledning.....	19
1. Å forske på læringsrom og læringsprosesser.....	20
1.1 Utviklingen av mine forskningsspørsmål.....	20
1.1.1 Min egen praksisteori.....	21
1.1.2 Forskningsspørsmålet .....	25
Del 2: Teoretisk rammeverk.....	27
2. Rom for læring .....	28
2.1 Læringens indre og ytre rom .....	28
2.2 Utforming og valg av læringsrom .....	31
2.2.1 Læringsrommets potensial.....	31
2.2.2 <i>Affordances</i> , kontekster og ulike mulighetsrom.....	33
2.2.3 Det iscenesatte rommet .....	34
2.2.4 Det autentiske rommet.....	37
2.3 Struktur og frihet i læringsrommet .....	40
2.4 Utspenning av læringsrommet.....	44
2.5 Alternative læringsarenaer: Den andre dagen og de konkrete erfaringene .....	45
3. Læring som funksjon av deltakelse .....	49
3.1 Læringens mål .....	49
3.2 Hva er læring?.....	53
3.2.1 Møter .....	53

3.2.2	Konstruksjon .....	54
3.2.3	Nevrofysiologi .....	55
3.2.4	Egenbevegelse .....	57
3.3	Læring som transformasjon .....	58
3.4	Deltakelsens imperativ .....	60
3.5	Fem ulike deltakelsesdomener .....	64
3.6	Egenbevegelsens aktivitetsformer .....	67
3.7	Åpenbaringsbegrepet .....	70
4.	Avhandlingens rammeverk .....	73
Del 3:	Presentasjon av studien .....	77
5.	Studiens metodologi .....	78
5.1	Metoder som svarer til forskningsspørsmålet .....	78
5.2	Analyseenheter og innsamlede data .....	79
5.3	Utvikling av studiens analyseverktøy .....	84
5.3.1	Læringsromdiagrammet: Et verktøy for å analysere undervisningsopplegg .....	85
5.3.2	Deltakelsesmatrisen: Et verktøy for å analysere elevens læringsarbeid .....	86
6.	Presentasjon av casen Mind Gap .....	89
6.1	Om Mind Gap-utstillingen .....	89
6.1.1	Bakgrunn .....	89
6.1.2	Beskrivelse av utstillingen .....	90
6.2	Undervisningsopplegget til Mind Gap .....	93
6.2.1	Læringsmål knyttet til Mind Gap .....	93
6.2.2	Beskrivelse av undervisningsopplegget .....	94
6.2.3	Rasjonale bak undervisningsopplegget .....	101
7.	Presentasjon av casen Vindmølleuka .....	108
7.1	Om Vindmølleuka .....	108
7.1.1	Bakgrunn .....	108



7.1.2 Beskrivelse av Energilaboratoriet.....	111
7.2 Undervisningsopplegget til Vindmølleuka .....	112
7.2.1 Læringsmål knyttet til Vindmølleuka .....	112
7.2.2 Beskrivelse av undervisningsuka .....	113
7.2.3 Rasjonale bak undervisningsopplegget.....	115
Del 4: Analyser og resultater .....	117
8. Analyser av Mind Gap.....	118
8.1 Rombruken i Mind Gap .....	119
8.1.1 Romdiagrammets vertikale akse: <i>Exploding space</i> .....	119
8.1.2 Romdiagrammets horisontale akse: Struktur og spillerom i Mind Gap.....	122
8.1.3 Analyse av rombruken i Mind Gap.....	128
8.2 Deltakelsen i Mind Gap .....	130
8.2.1 Perseptuell deltakelse: Kunst som språk .....	130
8.2.2 Kognitiv deltakelse: Å dvele, og undres.....	138
8.2.3 Emosjonell deltakelse: Å la seg berøre .....	145
8.2.4 Sosial deltakelse: Roller i spill .....	153
8.2.5 Handlende deltakelse: Interaksjon og bearbeiding .....	157
8.3 Mind Gap som læringsrom.....	162
8.3.1. Rom og deltakelse sett i sammenheng .....	162
8.3.2 Oppnåelse av læringsmål.....	165
8.3.3 Læring i teateret .....	167
9. Analyser av Vindmølleuka .....	170
9.1 Rombruken i Vindmølleuka .....	170
9.1.1 Romdiagrammets vertikale akse: Et virkelig verksted?.....	170
9.1.2 Romdiagrammets horisontale akse: Struktur og spillerom i Vindmølleuka .....	172
9.1.3 Analyse av rombruken i Vindmølleuka .....	174
9.2 Deltakelsen i Vindmølleuka .....	177

9.2.1	Perseptuell deltakelse: Duften av virkelighet .....	177
9.2.2	Kognitiv deltakelse: Problemløsning og bearbeiding .....	180
9.2.3	Emosjonell deltakelse: Ansvar og realitet .....	185
9.1.4	Sosial deltakelse: Arbeidsfellesskapets verdi .....	191
9.1.5	Handlende deltakelse: Virkelige spørsmål og håndfaste svar .....	196
9.3	Vindmølleuka som læringsrom .....	199
9.3.1	Rom og deltakelse sett i sammenheng .....	199
9.3.2	Oppnåelse av læringsmål .....	201
9.3.3	Læring i verkstedet .....	203
10.	Drøfting og konklusjoner .....	207
10.1	De to casenes svar på planleggingsspørsmålene .....	207
10.2	Læringsprosessen i teateret, og læringsprosessen i verkstedet .....	209
10.2.1	Løypas dramaturgi .....	210
10.2.2	Undervisningens ulike faser .....	212
10.2.3	Ulike rom kan utfylle hverandre .....	214
10.3	Åpenbaringer: Læring som situert transformasjon .....	217
10.3.1	Egenbevegelsens fordypende linearitet .....	217
10.3.2	Åpenbaringer: Det plutselige i det planlagte .....	220
10.3.3	Åpenbaringsrom .....	221
10.4	Svar på forskningsspørsmålet: Samspillet mellom læringsrom og læringsprosess .....	223
Del 5:	Metodologiske og etiske refleksjoner .....	229
11.	Metodologiske refleksjoner .....	230
11.1	«What is this thing called science?» Casestudien og positivismens arv .....	230
11.1.1	Et skisma mellom menn av tall, og menn av ord .....	230
11.1.2	Min hermeneutiske spiral .....	232
11.2	Kvalitet i case- og aksjonsforskning .....	235
11.3	Intervjuet som forskningsverktøy .....	242

11.4 Analyseverktøyet.....	243
11.5 Om det åpenbare: Åpenbaringer, rettethet, blindsoner og det å svare på egne spørsmål .....	245
11.5.1 De drivende spørsmål.....	246
11.5.2 Feilkilder, tautologier og hermeneutiske kortslutninger .....	248
11.5.3 Åpenbaringsbegrepet og fengende formuleringer .....	249
12. Etske refleksjoner .....	251
12.1 Idealisme og pragmatisme i skoleforskningen.....	251
12.2 Å jakte på ekstreme situasjoner .....	253
12.3 Åpenhjertighet og fingerspitzgefühl .....	254
Del 6: Anvendelser og implikasjoner .....	257
13. Rom for læring og åpenbaring .....	258
13.1 Åpenbaringer i fremtidens skole.....	258
13.1.1 Mål for fremtidens skole.....	258
13.1.2 Støttestrukturer for åpenbaring .....	259
13.1.3 Et forslag til retningslinjer for åpenbaringspedagogikk.....	261
13.2 Implikasjoner for videre forskning .....	263
Epilog: Åpenbaringens gjenskinn.....	265
Liste over figurer og tabeller.....	269
Liste over vedlegg.....	271
Referanser .....	272

## Prolog: Erindringens romklang

Hva er det du husker når du tenker tilbake på dine tidligste formende år, som skoleelev? Jeg må innrømme at selv så husker jeg ikke så mye. Men jeg husker Frøken; ferm, varm, smilende og duftende av mild parfyme. Jeg husker selvsagt klassekameratene – særlig Leif Henning og Krister, som var mine bestekompiser gjennom hele grunnskolen. Og så husker jeg fotballspillingen – foran leskurene i skolegården, og på den lille gruslagte banen nedenfor. Før skolen, etter skolen og i alle friminnuttene ved Statsøvingsskolen i Tromsø (en barneskole tilknyttet Lærerhøgskolen) var det nemlig fotball som gjaldt, for meg og de fleste av guttene. Jeg stod som oftest i mål (og blødde derfor neseblod minst en gang i uka), og jeg kan ennå gjenkalle fornemmelsen av sugende tilfredsstillelse når den litt for myke, slitte ballen forlot snowjoggen med et seigt «ftumb» etter et perfekt utspark en mørk vintermorgen. Men først og fremst og aller tydeligst forbinder jeg skoletida med Frøken og klasserommet, eller snarere *Frøken i klasserommet*.

Klasserommet: denne kasseformede strukturen, med høye vinduer på den ene langveggen og en dør på den andre, utgjorde de ytre rammene for nesten all undervisningen jeg fikk på barneskolen. Unntaket var fagene gym, sløyd, forming og musikk, som hadde egne spesialrom. Klasserommet vårt var et godt sted å være, i hvert fall var det det for meg. I dette rommet, med Frøken, følte jeg meg trygg og ivaretatt, og jeg ble sett. Og ettersom tiden gikk, vokste rommet inn i meg. Klasserommet var etter hvert mer hjemmebane enn den slitne villaen i Vesterlia hvor jeg bodde alene med faren min.



*Klassebilde av 1. klasse ved Statsøvingsskolen i Tromsø, høsten 1981. Forfatteren står midt på bakerste rad.*

På klassebildet fra første skoleår smiler Frøken, seks gutter og ti jenter mot kamera, foran vannfargemalerier av trær og sol og himmel på rommets fondvegg. I høyre billedkant ser man Frøkens trampeorgel, som ble flittig brukt til å fylle rommet med de til årstiden hørende salmesanger. I dette rommet lærte jeg å lese og skrive, jeg lærte å regne, jeg lærte om Jesus (frem til min far trakk meg ut av disse timene i protest mot at skolen ikke tilbød religionsnøytral livssynsundervisning), og jeg ble forsøksvis orientert om Verden gjennom et «o-fag» som vi elever aldri helt skjønnte hva var for noe. I alle disse fagene var altså det fysiske rommet det samme; vi kom inn i rommet når skoleklokka ringte om morgenen, og gikk ut derfra når Frøken forkynte at siste time var over. Dag ut og dag inn i årevis.

Hvordan kan så dette rommet og alt som fylte det ha påvirket min og mine klassekameraters læring? Det er selvsagt ikke godt å vite hvordan de andre opplevde det, men for meg bidro Frøken og dette rommet til en følelse av ankerfestet trygghet og kontinuitet som jeg er overbevist om at kan fremme læring. Jeg lærte å bli glad i å

gå på skolen, for her kunne jeg søke tilflukt i fotball og Frøken uten å bli forstyrret av livets fortredeligheter.

Samtidig er det åpenbart at dette var en på mange måter statisk læringsarena. Vi elever satt stort sett stille ved pultene våre, Frøken stod ved kateteret, og klasserommet så likt ut enten det var o-fag, matematikk eller kristendom som sto på timeplanen. Som lærer i dag ser jeg også at undervisningen og fagene ble unødvendig ensartede. Og selv om jeg fant stor glede i å mestre dette formatet – med rommet og Frøken og tavla og lærebøkene – tror jeg nok at skolegangen (og o-faget) ville satt enda dypere spor dersom vi hadde

arbeidet i flere formater, med en bredere palett, og med flere verktøy. Sannsynligvis ville jeg også hatt godt av å få koblet fagene og skolelivet sterkere til den virkeligheten jeg strevde med å håndtere i livet utenfor skolen.

Når jeg nå ser på klassebildet, slår det meg at trærne, sola og himmelen som vi hadde malt med bløte pensler mot tørt papir, higende etter Frøkens anerkjennende smil, også kan sies å representere et rop etter Verden utenfor klasserommet.

## Sammendrag

Dette doktorgradsarbeidet handler om hvordan man kan velge og skape alternative læringsarenaer for skolens realfagsundervisning, og utnytte disse rommene optimalt i elevenes læringsprosess. Jeg har tatt utgangspunkt i to caser som jeg på forskjellig vis har bidratt til å utvikle, med det formål å gjøre elevene mest mulig deltakende i eget læringsarbeid.

Mange elever sliter med realfagene fordi de oppfattes som abstrakte, og derfor ikke angår dem. For å møte denne utfordringen har skoleforskere og realfagsdidaktikere argumentert for at undervisningen i større grad enn i dag bør legges til arenaer utenfor klasserommet. Men ekskursjoner er ikke noe mål i seg selv – målet må være å oppsøke eller skape læringsarenaer som er egnet til å berike elevenes læringsprosesser, og slik kan styrke læringsutbyttet. Dette er et viktig premiss for arbeidets overordnede forskningsspørsmål: Hvordan kan man forstå samspillet mellom læringsrom og læringsprosess på alternative arenaer for realfagsundervisning?

Begrepet *læringsprosess* kan med utgangspunkt i konstruktivistisk og fenomenologisk læringsteori forstås som elevenes aktive deltakelse i bearbeiding av erfaringer. Jeg belyser at denne deltakelsen antar mange forskjellige former, og at både perseptiv, kognitiv, emosjonell, sosial og handlende deltakelse på forskjellige måter kan lede til læring. Aksel Hugo beskriver hvordan læringen foregår inni den lærende som ulike *egenbevegelser*. Han presenterer tre distinkte former for slik egenbevegelse – *oppmerksomhetsbevegelse*, *perspektivbevegelse* og *selviakttagelse*. Gjennom min

studie har jeg funnet at det er en fordypende linearitet fra oppmerksomhetsbevegelse via perspektivbevegelse til selviakttakelse. Selviakttagelsen fordrer deltakelse av identitetspregende karakter, og muliggjør det Knud Illeris (og Jack Mezirow) kaller *transformativ læring*. Jeg har sett på hvordan man som lærer kan legge til rette for slik transformativ læring ved hjelp av alternative læringsarenaer.

Jeg bruker begrepet *læringsrom* om summen av det ytre, fysiske rommet, og det indre opplevelsesrommet som bygger seg opp i den enkelte elev etter hvert som vedkommende involverer seg i læringsprosessen. Å designe læringsrom handler derfor om å bygge potensialer for deltakelse.

Mine to caser representerer ytterpunkter hva gjelder den fysiske konteksten til en alternativ læringsarena, og kan derved reise noen interessante utviklingsperspektiver for realfagslærere som ønsker å drive ekskursjonsbasert undervisning. Den ene casen – referert til som *Teateret* – tar utgangspunkt i en utstilling ved Norsk Teknisk Museum om hjernen og hjerneforskning, designet som en avantgardistisk kunstinсталasjon av scenekunstneren Robert Wilson. Til denne utstillingen ble det laget omvisnings- og undervisningsopplegg, og jeg fulgte åttende- og niendeklasse-elever fra fem skoler gjennom forarbeid, omvisning og etterarbeid. Den andre casen – referert til som *Verkstedet* – relaterer seg til et ukelangt vindturbinbyggingssprosjekt ved NMBUs Energilaboratorium, hvor 24 niendeklassinger samarbeidet i grupper om å bygge vindturbiner og utarbeide en plan for hvordan de kunne

gjøre seg selvforsynte med elektrisitet ved hjelp av slike turbiner.

Doktorgradsprosjektet er metodologisk sett forankret i aksjonsforskningen, og jeg var selv en aktør i begge casene. De innsamlede kvalitative dataene tar utgangspunkt i en kombinasjon av observasjon av, og interaksjon med, elever og læringssituasjoner. I tillegg til mine egne feltlogger og audiovisuelle opptak fra undervisningen, har intervjuer med involverte lærere og elever vært viktige kilder til data.

De to casene er blitt analysert med henblikk på hvilke ulike former for deltakelse og egenbevegelse som gjør seg gjeldende, og hvordan ulike læringsrom utvikles og struktureres for å fremme deltakelse. Analysen har vært hermeneutisk i den forstand at analyseverktøyet har blitt utviklet parallelt med datainnsamlingen. Et viktig funn fra analysen er at forskjellige faser i læringsprosessen fordrer ulike kvaliteter ved læringsrommet. Jeg argumenterer for at Teaterets iscenesatte læringsrom egner seg godt i en innledende fase av et læringsforløp, når elevene skal sette seg i forbindelse med lærestoffet, mens Verkstedets autentiske læringsrom egner seg best i den neste fasen, når lærestoffet skal bearbeides. I den avsluttende fasen, når erfaringene og lærestoffet skal oppsummeres og settes i perspektiv, kan man gjerne være tilbake i klasserommets mer nøytrale atmosfære.

Som lærer ønsker jeg å stimulere elevene mine til å lære fagstoff og tilegne seg nyttig kompetanse, men også å utvikle seg som mennesker. *Transformativ læring* handler nettopp om hvordan læring kan påvirke den lærendes identitet og selvforståelse. Jeg introduserer

begrepet *åpenbaringsrom*, for å beskrive læringsrom som bygger potensialer for slik transformativ, identitetspregende læring.

Jeg presenterer et forslag til retningslinjer for det jeg kaller *åpenbaringspedagogikk*, som kan være relevant både for dem som skal jobbe med å utvikle alternative læringsarenaer og for realfagslærere. Åpenbaringspedagogikken handler om at vi som lærere må møte elevene både med komponistens sans for dramaturgi, og den virtuose musikers sensitivitet for det som oppstår i øyeblikket. Vi skal planlegge og forme læringsrom og læringsprosesser, og samtidig ha blikk for hva som skjer i den enkelte elev, og hvordan dette igjen preger læringsrommet og læringsprosessen.

Denne avhandlingen er delt inn i seks deler. Del 1 er en innledning, hvor jeg beskriver utviklingen av studiens forskningsspørsmål. I Del 2 presenterer jeg et teoretisk rammeverk for prosjektet. Jeg viser hvordan man kan betrakte læringsrommet både som et sted eleven fysisk befinner seg og som et mentalt rom inni eleven. Deretter begrunner jeg hvorfor læring kan betraktes som en funksjon av elevenes deltakelse. I Del 3 presenterer jeg studiens metodologi og analyseverktøy, og jeg presenterer de to casene studien baserer seg på. Del 4 omfatter analyser, resultater og konklusjoner, og Del 5 metodologiske og etiske refleksjoner. I Del 6 løfter jeg så frem prosjektets mulige implikasjoner for praksisfeltet og for forskningen.

## English summary

The purpose of this study is to get a better understanding for how alternative learning environments for science education may be selected and developed to enhance the students' learning processes. The study is based on two cases with different science learning environments that have been used to make secondary school students participate actively in very different ways.

Many students have a hard time with the natural sciences at school because these subjects are perceived as abstract and therefore irrelevant to their daily life. Educational researchers argue that science education, in order to face this challenge, to a larger degree should be situated outside the classroom. However, field trips and excursions are not goals as such – the real purpose is to enrich and strengthen the students' learning processes. This is an important premise for the study's overall research question: How can the reciprocity between the learning environment and the learning processes be understood in alternative learning environments?

The concept of learning processes can, in line with constructivist and phenomenological learning theory, be interpreted as students' active participation in the shaping and processing of experiences. I emphasise that this participation can assume various forms – both perceptive, cognitive, emotional, social and physical participation can in different ways lead to learning. Aksel Hugo describes how the learning experience takes place inside the learner as *attentive self-involvement* ("egenbevegelse"). He presents three different forms

of self-involvement – *movement of attention*, *movement of perspective* and *self-observation*. Through my study I have found that there is a deepening linearity from movement of attention via movement of perspective to self-observation. Self-observation requires a level of participation that sets the learner's understanding of himself at stake – his identity – and facilitates thus what Knud Illeris (and Jack Mezirow) call *transformative learning*. I have studied how science teachers can accommodate this kind of transformative learning by the use of alternative learning environments.

I introduce the concept of *learning space* ("læringsrom") to describe the sum of the outer, physical room, and the inner experiential space that develops within every learner as he/she involves himself in the learning process. Hence, the design of learning spaces is a matter of building potential for participation.

My cases can be said to represent two extremities when it comes to the physical context of an alternative learning environment. The project may therefore raise some interesting development perspectives for science teachers wishing to elaborate the use of excursions in their teaching. The first case – referred to as *The Theatre* – is based on an exhibition about the brain and neurological research at the Norwegian Museum of Science and Technology, designed by the famous American theatre stage director Robert Wilson. Guiding and teaching material was developed for this exhibition, and I followed 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> grade students from five different schools through preparatory work, guided tour and follow-up activities. The second case – referred to as



*The Workshop* – relates to a week-long project with 24 9<sup>th</sup> graders, constructing wind turbines at the Norwegian University of Life Sciences' Renewable Energy Laboratory. The students cooperated in groups to construct wind turbines and elaborate a plan for off-grid electric self-sufficiency using such turbines.

Methodologically the project is rooted in action research and I was myself an acting participant in both cases. The collected qualitative data is based upon a combination of observing and interacting with students and situations of instruction. In addition to my own field notes and audio/visual recordings of lessons, interviews with teachers and student focus groups have been important sources of data.

The two cases have been analysed with respect to how different forms of participation and attentive self-involvement have been manifested, and to how different learning spaces have been developed and structured to promote participation. The analysis has been hermeneutical in the sense that the tools of analysis have been established parallel to the data collection process. An important finding from the analysis is that different phases in the learning process require different qualities from the learning space. I find that the *aestheticized learning space* of the Theatre is appropriate in the introductory phase of a learning process, when the students are to connect themselves with the subject matter. The *authentic learning space* of the Workshop, on the other hand, is suitable in the proceeding phase when the topics are adapted and processed. In the concluding phase, when the experiences and the subject

is to be reviewed and put into perspective, one may well be back in the neutral atmosphere of the classroom.

As a teacher I wish to stimulate my students to learn content knowledge and acquire scientific competence, but also to develop as human beings. *Transformative learning* relates to how learning can influence learner identity and self-esteem. I introduce the term "rooms of revelation" (*åpenbaringsrom*) to describe learning environments that create potential for such transformative learning.

I present a proposal for guidelines to revelatory education, which may be relevant both to science teachers and to museum and science centre developers. Revelatory science education deals with how teachers can meet the students with, at the same time, the composer's sense of dramaturgy and the performer's sensitivity towards what arises in the moment. The teacher is to plan and shape learning spaces and learning processes. The awareness of what goes on in each student must be preserved and nurtured, and this in turn influences the learning space and the learning process.

This thesis consists of six parts. Part 1 is an introduction, in which I describe the development of the study's research proposal. In Part 2 I present a theoretical framework for the project. I show how the "learning space" (*læringsrommet*) can be considered both as the physical situation of a student and as a mental space within the student. I proceed to justify why learning can be regarded as a function of the student's participation. In Part 3 I present the project's methodology and tools of analysis, as well as the two cases on which the study is based. Part 4 consists of analyses, results and con-

clusions, and Part 5 methodological and ethical reflections. In Part 6 I bring forward the project's possible implications to the field of practice and to educational research.

# del 1 inledning

## 1. Å forske på læringsrom og læringsprosesser

Idéen om at man som lærer fra tid til annen bør søke læringsrom utenfor skolen for å skape variasjon fra klasseromsundervisningen, er verken ny eller særlig radikal. I naturfaget (spesielt innenfor biologiemnene) har ekskursjoner og utflukter vært et selvsagt og til dels rituelt innslag i årshjulet, og alle naturfaglærere med respekt for seg selv har et par feltstøvler stående i lærergarderoben. Riktig nok blir det kanskje med den ene botanikkekskursjonen til hundremeterskogen bak skolen første uka i juni (da man i alle fall er ferdig med pensumgjennomgangen), men ingen vil på prinsipielt grunnlag nekte for at naturen og verden utenfor skolens murer byr på relevante læringsarenaer for naturfagene.

Mange forskere har skrevet om viktigheten av praktisk, eksperimentelt og utforskende arbeid i naturfagene (bl.a. Abd-El-Khalick et al., 2004; Abrahams & Millar, 2008; Chinn & Malhotra, 2002; Crawford, 2014; Hofstein & Lunetta, 2003; Kind, 2003; Knain & Kolstø, 2011; Meyer & Crawford, 2011; Minner, Levy, & Century, 2010; Roth, 1995) – både for å styrke motivasjonen og for å styrke forståelsen i læringsarbeidet. Det er også blitt forsket mye på betydningen av feltarbeid og ekskursjoner (Bitgood, 1989; Braund & Reiss, 2006; DeWitt & Storksdieck, 2008; Dillon, 2011; Dillon et al., 2006; Frøyland, 2002; Hurley, 2006; Mortensen, 2011; Nir Orion, 1993; N. Orion & Hofstein, 1994; Rennie & McClafferty, 1995; R. T. Tal, 2001; T. Tal & Morag, 2007; Wellington, 1990), og enkeltstudier har også sett på hvordan slike utflukter best kan forberedes og bearbei-

des for å sikre best mulig læringsutbytte (Cox-Petersen & Pfaffinger, 1998; DeWitt & Osborne, 2007; Remmen, 2014). Imidlertid savner jeg mer prinsipielle begrunnelser for, og vurderinger av, hvilke typer ekskursjonsmål som bør oppsøkes til hvilket tidspunkt i et læringsforløp. Og mer overordnet: Hvordan kan ulike fysiske omgivelser tilføre undervisningen ulike kvaliteter?

I sin utredning om *Fremtidens skole* har Ludvigsenutvalget lagt vekt på at skolens undervisning i større grad enn i dag bør være rettet inn mot å gi elevene «dybdelæring» (Ludvigsen et al., 2015). Jeg vil komme tilbake til utvalgets definisjon av dette begrepet, men det kan argumenteres for at den dypeste form for læring, er læring som setter så dype spor at den lærendes forståelse av verden og seg selv forandres. Slik læring kalles transformativ læring (Mezirow, 1991; Illeris, 2012).

Barn av det 21. århundret lever i en vedvarende informasjonsstorm – blant annet med nyhetsbulletenger om krig, sult og konflikt, samtidig som FN's klimapanel IPCC melder at temperaturen på kloden stadig stiger (IPCC, 2014). Hvordan kan vi unngå at barna rammes av håpløshet og apati i møte med all denne elendigheten? Kan skolens naturfag brukes til å gi dem tro på at hver og en av dem kan gjøre en forskjell? Og hvilke fortrinn kan alternative læringsarenaer ha i så henseende?

### 1.1 Utviklingen av mine forskningsspørsmål

Forskning handler om å lete etter innsikt. I henhold til konvensjonen skal denne letingen ta utgangspunkt i

forskningsspørsmål; en klar og presis beskrivelse av hva forskeren er på jakt etter. I en uryddig verden er det imidlertid ofte slik at du finner andre ting enn det du leter etter, og i akademia er det allmenn aksept for å tilpasse forskningsspørsmålene til funnene. Slik har jeg da også gjort her. Jeg vil komme tilbake til etiske og vitenskapsteoretiske betraktninger rundt denne formen for *rettethet* i Del 5 av avhandlingen.

Siden prosjektets oppstart har jeg vært gjennom flere sykluser med revisjon og bearbeiding av fokus og problemstilling – både drevet av praktiske hensyn og av innholdsmessige omprioriteringer. For å gi deg som leser en bedre forståelse av prosjektets beveggrunner, vil jeg nå kort gjøre rede for noen hovedmomenter i denne prosessen. Deretter presenterer jeg doktorgradsarbeidets forskningsspørsmål, i den form de endte opp.

### 1.1.1 Min egen praksisteori

Jeg skriver og forstår dette arbeidet med utgangspunkt i mitt virke som lærer. Og det som motiverer forskningen min er et intenst ønske om å gjøre undervisningen min, og gjerne også andres, bedre. Jeg søker å være det Donald Alan Schön (1930-1997), amerikansk filosof og jazzmusiker, kalte en «reflective practitioner» (1995). Mitt stadig voksende forråd av praktiske erfaringer med læring og undervisning, utgjør grunnlaget for min *praksisteori* som lærer (Handal & Lauvås, 1999). Andres erfaringer eller teorier kan jeg bygge inn i min teori dersom de harmonerer med denne og lar seg assimilere, men praksisteorien min er først og fremst basert på *mine* erfaringer av hva som fungerer og ikke fungerer i mitt eget arbeid med å undervise skoleele-

ver. Det er da også med dette som utgangspunkt jeg vil møte og tolke nye situasjoner som handler om læring og undervisning. Samtidig er det viktig å understreke at denne teorien er dynamisk og i stadig utvikling – den er det aksjonsforskningsguruen Jack Whitehead kaller en *levende teori* (1989).

Hvorfor valgte jeg å bli lærer? Vel, det er jo ikke så godt å gjennomskue sine egne motiver; ofte kan de være fragmenterte og vanskelig tilgjengelige. Og i hele min oppvekst og ungdomstid kan jeg ikke huske at jeg én eneste gang reflekterte over om kanskje dette var noe jeg kunne bli. Jeg vet at jeg i noen år tenkte på advokat eller arkitekt som mulige yrkesveier, men aldri lærer. Likevel har jeg hatt stor sans for lærerne mine, og det skal nok ikke ses bort fra at Frøkens rolle som trygg og bekræftende nædhavn i barneskoleårene også kan ha gjort henne og det yrket hun utøvde til et forbilde for meg.

Men om jeg ikke er fullt ut i stand til å gjøre rede for hvorfor jeg tok dette valget, har jeg ingen problemer med å si meg fornøyd med det i dag. Jeg opplever lærerjobben som grunnleggende meningsfull. Jeg skjønner et viktig samfunnsoppdrag, som jeg er stolt av. Gjennom dette arbeidet får jeg nytte av mine sterkere personlige egenskaper; jeg får arbeide kreativt og leke, jeg får daglig utløp for min ekshibisjonisme, jeg får lage planer og prosjekter, og jeg får drive med lagbygging og kommunikasjon. Samtidig er det en jobb der jeg hele tiden må prestere, og jeg også i rikt manns får utfordret mine mindre sterke personlige egenskaper – som utålmodighet og konfliktvegring. Derfor er det en utviklende jobb, og jeg blir en bedre lærer for hvert år som går.

I lærergjærningen har jeg også stor glede av de erfaringene jeg gjorde meg gjennom alle årene med daglig virke på den andre siden av kateteret – som elev og student. Også disse inngår på et vis i min praksisteori. Jeg opplevde altså naturfaget som støvete, kjedelig og irrelevant da jeg selv var elev, og jeg tror ikke jeg var alene om det. I PPU-studiet fikk jeg høre om en ungdomsskole hvor de hadde en falmet men innrammet plakate på døra til naturfagrommet, med en kort og fyndig definisjon av hver av de tre vitenskapsdisiplinene – biologi, kjemi og fysikk. Fysikkfaget var gitt følgende definisjon: «Læren om den døde natur». Litt av et innvalg overfor ungdommene!

Da jeg kom til Nannestad videregående skole som fysikklektor i 2006 var jeg akkurat ferdig med en masteroppgave i fysikkdidaktikk som handlet nettopp om levedegjering av fysikkfaget. Utgangspunktet for oppgaven var mine egne erfaringer med å undervise fysikk for yrkesfagelever. Jeg utviklet fag-historier, som ligner det Arthur Stinner kaller LCPs (*Large Context Problems*) (Stinner, 1995) – tematiske kontekster som alt fagstoffet relateres til, eller egentlig: hentes ut fra. Jeg intervjuet så flere fysikklærere rundt om i landet som drev forskjellige former for prosjektbasert fysikkundervisning, observerte undervisningen deres, og intervjuet elevene. Oppgaven ble hetende *Fysikkens levende sammenhenger: Praksisteorier i kontekstualisert fysikkundervisning* (2006), og min hovedkonklusjon i oppgaven var noe i retning av at (fysikk)undervisningen kan gjøres mer levende dersom man som lærer frigjør seg fra læreboka og våger å legge mer vekt på fenomenologisk

orienterte prosjekter og binder lærestoffet sammen i faghistorier.

Nannestad videregående skole var bare to år gammel da jeg kom dit, og helt fri for stivnede rutiner og støvete naturfagsamlinger – skapene var rett og slett tomme, bokstavelig talt. Jeg fikk mye ansvar og tillit fra ledelsen, og mulighet til å utvikle både undervisningen og rammene rundt denne fra bunnen av. Jeg begynte også å bygge relasjoner til forskningsmiljøer og næringsliv i regionen, og kom til at jeg ønsket å bruke disse som en ressurs i skolen. Etter å ha fått godkjenning fra rektor skrev jeg en søknad om oppstartmidler for et *Newtonrom*. Utdanningsdirektoratet innvilget søknaden, og hele skolens ledelse ble involvert i prosjektet – som vi kalte Newton Realfagsenter Nannestad. Jeg var prosjektleder og som styreleder fikk vi med oss Hans Fredrik Bang, ordfører i Nannestad gjennom tolv år. Bang, som dessverre døde i 2009, hadde et imponerende kontaktnett, og han var sterkt medvirkende i mange av partnerskapsavtalene vi etter hvert fikk på plass med bedrifter og forskningsinstitusjoner som sa seg villige til å være med på prosjektet. Fire andre lærere og jeg utviklet i samarbeid med partnerne våre spennende undervisningsmoduler fra «den virkelige verden» innenfor temaene fornybar energi, romfart og bioteknologi. I februar 2009 sto senteret klart, i stilig designede lokaler ved skolen – jamfør bildet nedenfor. Vi tok imot skoleklasser både fra vår egen skole og fra ungdomsskoler i

---

<sup>1</sup> Det såkalte *Newton-konseptet* er utviklet av stiftelsen First Scandinavia, og handler om at næringsliv og skoleeiere samarbeider om å bygge opp Newtonrom med avansert utstyr, kompetente Newtonlærere og kvalitetssikrede undervisningsmoduler som tilbys skolen i nærmiljøet (Moe, 2011; Overå, 2010). Se [www.newton.no](http://www.newton.no) for mer informasjon.

nærheten; elevene var svært fornøyde med oppleggene og rekrutteringen til realfagene ved skolen økte dramatisk.

På mange måter var altså senteret en suksess – selv om det skulle vise seg krevende å få en stabil driftsfinansiering på plass. Men da jeg etter hvert ble rammet av en gnagende uro, var det ikke økonomien som plaget meg; det var noe annet som ikke stemte. Det slo meg at det fancy rommet ikke matchet innholdet i mange av ulike modulene – det ble, for å holde meg til anglisismene, et kunstig *show room* for «den virkelige verden». Om det var bioteknologi eller romfart eller fornybar energi som sto på timeplanen, så foregikk det i den samme interiørdesignede, rød-hvite «salongen». Var undervisningen da egentlig blitt noe mer *levende* ved å henlegges til dette rommet enn den ville vært om vi hadde befunnet oss i et hvilket som helst annet rom? Og gjorde det på noe vis undervisningen mer *betydningsfull* for elevene?



Bilde fra Newton Realfagsenter Nannestad (foto: Snorre Nordal).

Lærdommen jeg har trukket av erfaringene fra Nannestad, er at det er viktig å fokusere på hvordan læringsrommet passer til tema for undervisningen, og til de læringsprosessene man ønsker skal finne sted. Jeg er

blitt stadig mer bevisst viktigheten av å jobbe med helhetsopplevelsen av alternative læringsrom. For eksempel: Når jeg besøker naturvitenskaplige museer og vitensentre i inn- og utland har jeg ofte blitt slått av mangelen på sammenheng mellom installasjonene og rommet de står i. Etter flere av besøkene har jeg sittet igjen med inntrykk av at man har bestilt hyllewareinstallasjoner litt på måfå, og lesset inn flest mulig i de disponible rommene. Effekten kan da lett bli kaotisk, og ungene ender opp med å løpe rundt som hodeløse høns – «scatter-brained», som den store amerikanske reformpedagogen John Dewey (1859-1952) kalte det – uten å klare å konsentrere seg om enkeltinstallasjoner i mer enn tretti sekunder. God design skal være både funksjonell og estetisk, og designet må omfatte både den enkelte installasjon og det rommet som skapes rundt installasjonen.

Den første tiden mens jeg jobbet ved Nannestad videregående skole, bodde jeg i Hurdalsjøen økolandsby – eller nærmere bestemt: det som var tenkt å skulle bli en økolandsby, bak prestegården i Hurdal. Jeg har alltid vært opptatt av miljøspørsmål, og min involvering i dette prosjektet var selvsagt et uttrykk for det. Prosjektet var organisert med flat struktur og kollektive idealer, men vi ble alle tildelt ulike ansvarsområder på bakgrunn av interesse og kompetanse. Jeg satt i utbyggingssgruppa, med spesielt ansvar for energispørsmål, og jeg brukte dette også som tema i undervisningen min på skolen – som en kontekst for å jobbe med teori innenfor eksempel termodynamikk, mekanikk og elektromagnetisme. Det var viktig for meg å tydeliggjøre for elevene mine at fysikkfaget har samfunnsrelevans; at de

med solid kompetanse innenfor dette faget kan bidra til å forandre verden. Gjennom undervisningen og sitt arbeid med faget skal de kunne se seg selv i nye roller og utvikle sin selvforståelse.

Jeg kom senere over en artikkel av den australske utdanningsforskeren Michael Nagel, som heter *Constructing Apathy: How Environmentalism and Environmental Education May Be Fostering «Learned Helplessness» in Children* (Nagel, 2005). Denne artikkelen rystet meg; står vi virkelig i fare for å gjøre barna apatiske gjennom våre stadige advarsler om klimakrise og miljømessig Armageddon? Og hvordan kan vi i så fall motvirke dette? Jeg forsto at den «innlærte håpløsheten» må gjøres til en hovedfiende dersom skolen skal kunne oppfylle den generelle læreplanens formuleringer om Det skapende mennesket:

Oppfostringen skal gi elevene lyst på livet, mot til å gå løs på det og ønske om å bruke og utvikle videre det de lærer. Barn starter på et stort eventyr som med hell og omsorg kan være et livsløp. Skolen må lære dem ikke å være redde, men å møte det nye med forventning og virkelyst. Den må skape trang til å ta fatt og holde fram. Den må opparbeide vilje til å komme videre, og utvikle energi til å motstå egen vegring og overvinne egen motstand. (KUF, 1994, s. 11)

På et overordnet plan mener jeg skolens viktigste oppgave er å hjelpe elevene til å utvikle et positivt syn på seg selv og sin rolle i verden. Dette har jeg funnet å kunne relatere til det den danske læringsteoretikeren Knut Illeris definerer som transformativ læring:

Begrepet transformativ læring omfatter all læring der innebærer endringer i den lærendes identitet (Illeris, 2013, s. 67)

Det er svært få elever jeg med sikkerhet kan si at jeg har preget identiteten til gjennom min undervisning. Men det er en del elever jeg tror at jeg har nådd frem til, på et dypere plan enn det rent faglige. Og jeg har kommet frem til at jeg uansett alltid skal ha som mål og ambisjon å utvikle undervisningsopplegg som har potensial til å generere transformativt identitetspregende erfaringer hos elevene.

Dersom jeg skal oppsummere min praksisteori i noen enkle punkter, vil jeg anføre følgende fem imperativer:

1. Gi faget liv: Søk å skape sammenheng i lærestoffet gjennom å knytte det til faghistorier.
2. Gjør faget relevant: Trekk verden utenfor skolen og lærebøkene inn i undervisningen så ofte som mulig.
3. Dyrk helhetsopplevelsen i ulike rom: Vær bevisst hvordan elementer som estetikk og autentisitet kan samvirke for å gi helstøpte læringsopplevelser.
4. Bekjemp håpløsheten: Streb etter å gi elevene eksempler på og erfaringer av at enkeltmenneskets valg er betydningsfulle, og at de hver og én kan gjøre en forskjell i verden.
5. Bruk faget som vindu og som speil for elevene: Let etter vinkler og aktiviteter som kan få elevene til å – gjennom faget – betrakte seg selv og tilværelsen med nye øyne.

Men disse fem oppfordringene er såpass generelle i sin tematisering av didaktisk-pedagogiske utfordringer, at det ikke nødvendigvis er så lett å bruke dem som et verktøy i lærergjerningen. Jeg har derfor også utviklet



et sett med fire mer konkrete *planleggingsspørsmål*, som jeg legger til grunn når jeg skal planlegge nye undervisningsopplegg med fokus på elevdeltakelse og relevans. Disse er:

- *Hvilken **ansats og angrepsvinkel** skal jeg velge for temaet?* Forsøk å ta utgangspunkt i elevenes ståsted; i spørsmål de bærer på.
- *Hvilke **motiv** har jeg for undervisningsopplegget?* Tydeliggjør hvordan undervisningsopplegget skal stimulere elevene til å virke i verden.
- *Hvilke **berøringsflater** skal elevene få med lærestoffet?* Presiser på hvilke måter elevene settes i med kontakt med lærestoffet, og hvilke aktiviteter de skal involveres i.
- *Hvilke **bearbeidingsstrategier** skal jeg velge?* Gi rom og verktøy for bearbeiding av deltakelsen.

Disse spørsmålene har jeg også hatt som utgangspunkt når jeg utviklet de undervisningsoppleggene som utgjør casene i doktorgradsprosjektet mitt.

### 1.1.2 Forskningsspørsmålet

Jeg kom rett fra lærergjerningen ved Nannestad videregående skole da jeg begynte som stipendiat, og dette doktorgradsarbeidet kan da også på mange måter betraktes som en videre utvikling og bearbeiding av min praksisteori som lærer. Min grunnleggende motivasjon for å drive med skoleforskning er å bidra til mer levende, meningsfull, sammenhengsskapende og sanselig realfagsundervisning i skolen, med større fokus på å bruke og utvikle alternative læringsarenaer til klasserommet og skolens laboratorium.

Jeg er videre interessert i helhetsopplevelsen av ulike rom (jæmfør praksisteorien ovenfor). Jeg ønsket gjennom doktorgradsprosjektet mitt å gjennomføre case-studier av hvordan rommets fysiske utforming kan påvirke elevenes læring, og hvordan dette mest mulig effektivt kan innlemmes i undervisningsopplegg for skoleklasser.

Gjennom min veileder Edvin Østergaards prosjekt om Foucaults pendel i Den norske opera, hadde jeg kommet i kontakt med scenografiprofessor Serge von Arx. Han fortalte meg om sitt samarbeid med mesterregissør Robert Wilson; senest med hjerneforskningsutstillingen Mind Gap ved Norsk Teknisk Museum (NTM). Etter å ha besøkt utstillingen og snakket med museets skoleavdeling, som hadde utviklet grundige tilhørende undervisningsopplegg, var jeg dypt fascinert. Utstillingen tilfredsstilte meget godt de kriteriene jeg hadde satt opp, og jeg besluttet å bruke Mind Gap som case til prosjektet mitt.

Jeg er, som det fremgår av praksisteorien, opptatt av at elevene skal oppleve undervisningen som relevant – også i politisk og eksistensiell forstand. Mens jeg arbeidet med Mind Gap, hadde jeg allerede utviklet og planlagt *Vindmølleuka* ved UMBs Energilaboratorium – et ukelangt undervisningsopplegg med vindmøllebygging for niendeklassinger. Min medstipendiat Kirsti Marie Jegstad hadde fattet interesse for dette, og ville bruke det som case til sin PhD. Jegstad samlet inn diverse data i løpet av Vindmølleuka, og gjennom intervjuer i etterkant, men besluttet å ikke bruke de innsamlede dataene selv. Etter hvert kom jeg til at jeg ville bruke Vindmølleuka i mitt prosjekt – som en form for kontra-

punkt til Mind Gap. Vindmølleuka var svært forskjellig fra Mind Gap, men innfridde likevel de fem kravene jeg hadde satt opp – dersom man aksepterer læringsarenaen som «en installasjon med gjennomført [verksteds-]estetikk». Dette vil jeg komme nærmere inn på.

De to casene utgjør på mange måter ytterpunkter som alternative læringsarenaer – den ene estetisert som et abstrakt kunstverk, og den andre grov og ubearbeidet i sin praktiske håndgripelighet. Denne kontrasten synes jeg var spennende.

Det kontekstualiseringsimperativet som jeg utviklet for meg selv gjennom arbeidet med mastergradsoppgaven i fysikkdidaktikk, knytter seg både til spørsmålet om hvor, og til spørsmålet om hvordan, undervisningen skal foregå. Kontekstualisert undervisning skal kunne foregå utenfor de snevre rammene til tradisjonelt kateterhåndverk, der lærebok, klasserom og lærerens autori-

tet utgjør de viktigste bestanddelene. Det handler om å vekke fagene til live i elevenes bevissthet gjennom å la dem utspille seg på andre arenaer enn de rent «skolske», gjennom å fokusere på sammenhenger i faghistoriene, og gjennom å involvere elevene i interaksjon med lærestoffet.

Dette ligger også til grunn for det overordnede forskningsspørsmålet i mitt doktorgradsarbeid:

Hvordan kan man forstå samspillet mellom læringsrom og læringsprosess på alternative arenaer for naturfagundervisning?

Begrepet læringsprosess skal her forstås som de faser den lærende gjennomgår i et læringsforløp. Begrepet læringsrom henspiller på en helhetsforståelse av den opplevde læringssituasjonen. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 2.

# del 2

# teoretisk rammeverk

## 2. Rom for læring

No number of object-lessons, got up as object-lessons for the sake of giving information, can afford even the shadow of a substitute for acquaintance with the plants and animals of the farm and garden acquired through actual living among them and caring for them. (Dewey, 1915/1961, s. 11)

John Deweys insistering på «virkelige», praktiske erfaringers uovertruffenhet sammenlignet med skolens teoretiske abstraksjoner, danner et viktig utgangspunkt for denne avhandlingen. Men selv om man kan ha sympati for utsagnet, er selvsagt ikke konsekvensen verken at man skal legge ned skolen eller klasseromsundervisning som sådan. Spørsmålet som Dewey reiser er snarere hvordan vi kan gjøre skolens undervisning mer engasjerende og levende.

Ulike rom gir ulike forutsetninger for møter som kan engasjere elevene til læring. Disse møtene mellom eleven og verden utgjør, som jeg vil komme tilbake til i kapittel 3, fundamentet for læringsprosessen. Møtene og deltakelsen kan bli så intense at de forandrer den lærende, og dermed også læringsrommet; i kraft av den transformative læringsprosessen oppstår det noe helt nytt. Når læringsrommet blir en arena for transformativ læring, vil nettopp selvforståelsen bli den bærende søylen i rommet. Dersom elevene når denne typen innsikt, vil utdanningens mål og mening tre tydelig frem. Det er i *læringsrommet* det skjer.

Jeg vil i dette kapittelet løfte frem teorier og perspektiver knyttet til rommets betydning for læring. Dette vil

jeg igjen bruke i et av mine analyseverktøy, *Læringsromdiagrammet*, som jeg presenterer i kapittel 5.3.1.

### 2.1 Læringens indre og ytre rom

The concepts of *situation* and *interaction* are inseparable from each other. An experience is always what it is because of a transaction taking place between an individual and what, at the time, constitutes his environment. [...] The environment [...] is whatever conditions interact with personal needs, desires, purposes, and capacities to create the experience which is had. Even when a person builds a castle in the air he is interacting with the objects which he constructs in fancy. (Dewey, 1938/1998, s. 43-44)

Hvis jeg sitter ved pulten min i klasserommet og betrakter et bjørketre som, utenfor vinduet, ser ut til å prøve å holde fast på bladene mens det danser nervøst i høstvinden; i hvilket rom befinner jeg meg egentlig da? Er jeg i klasserommet? Er jeg ute ved treet? Kanskje bringer bjørkas stakkato bevegelser frem assosiasjoner til en lekerobot jeg har hjemme på gutterommet. I det øyeblikket jeg nesten kan kjenne den velkjente lukta av gutterommets vegg-til-vegg-teppe og støvete gardiner; hvor er jeg hen da?

Vi befinner oss alltid i et rom, og vår kroppslige eksistens kan kun defineres med utgangspunkt i rommet. Livet leves som punkter på tidsaksen der vi hver og en erfarer å være i sentrum av et opplevelsesrom. Rommets beskaffenhet legger premisser for hvordan og i hvilken grad vi kan delta og involvere oss i ulike typer

aktiviteter, og påvirker derfor også den læring som kan finne sted. Samtidig kan, som jeg antyder ovenfor, ett og samme rom brukes og oppleves på mange forskjellige måter. Følgelig behøver vi, for å kunne beskrive og utforske læringsprosesser, en så presis som mulig forståelse av hva et læringsrom omfatter og innebærer. Et læringsrom – i betydningen 'et rom der det foregår læring' – vil for det første aldri være tomt. Det vil alltid, i det minste, befinne seg en person der som lærer noe. Men stedet vil også være et opplevelsesrom som, i kraft av rommets utforming, estetiske uttrykk og de mennesker og gjenstander som den lærende interagerer med, påvirker den lærende og læringsprosessen.

Den berømte tyske filosofen Martin Heidegger (1889-1976) var opptatt av hvordan vi opplever virkeligheten og på bakgrunn av denne opplevelsen utvikler vår verdensanskuelse (*Weltanschauung*). I den første forelesningen Heidegger holdt ved Freiburg-universitetet etter første verdenskrig, i «nødsemesteret» vinteren 1919, utfordrer han sine studenter til å beskrive kateteret han står og taler fra. Heidegger-biografen Rüdiger Safranski referer fra forelesningen:

Heidegger: Idet jeg træder ind i auditoriet, ser jeg katederet... Hvad ser jeg? Brune flader, der skærer hinanden retvinklet? Nei, jeg ser noget andet: en kasse, eller rettere, en stor kasse med en mindre kasse ovenpå? På ingen måde, jeg ser det kateder, jeg skal tale fra. [...] Jeg ser katederet i ét hug; jeg ser det ikke blot isoleret, jeg ser pulten som stillet for højt til mig. Jeg ser en bog ligge på den, som umiddelbart forstyrrer mig... jeg ser katederet i en orientering, i en belysning, på en baggrund... I oplevelsen af denne kateder-seen giver noget fra en

umiddelbar omverden sig til kende for mig. (Safranski, 1998, s. xx)

Heideggers poeng er at vi opplever fenomener i verden nettopp som del av vår verden, og ikke som isolerte objekter. I sitt hovedverk *Sein und Zeit* fra 1927 tar Heidegger avstand fra det kartesianske verdensbildet, hvor idéen har forrang foran den sanselige erfaringen. Heidegger mener at *det eksistensielle rommet* har en mer primær karakter enn *det geometriske rommet* (Heidegger, 1927/1996).

Hvis vi så skal beskrive et rom der det foregår læring, må vi velge oss et ståsted, et perspektiv. Vi kan velge å beskrive læringsrommet sett utenfra, som en rent fysisk kontekst, eller vi kan beskrive det innenfra, slik det oppleves.

*Læringsrommet sett utenfra* – med kartesiansk distanse – er et geometrisk rom. Dette stedet hvor læringen skal foregå, har bestemte karakteristika og innholdselementer som kan fremme eller utfordre læringsarbeidet. Disse aspektene ved læringsrommet kan jeg studere og observere selv om læringsrommet er tomt for elever – ja, jeg kan til og med vurdere det uten selv å ha vært der dersom jeg forelegges en nøktern beskrivelse. Parameterne i det geometriske læringsrom er konkrete og målbare. Det er slikt som en arkitekt forholder seg til når han planlegger byggingen av rommet – takhøyde, gulvareal, dører og vinduer, pulter og stoler, tavler og projektorer, belysning og ventilasjon, stikkontakter, veggmaling og materialvalg. Samtidig omfatter det også de gjenstander og det undervisningsutstyr som læreren bringer inn i rommet til den enkelte undervisningsøkt.

*Læringsrommet opplevd innenfra* kan ikke betraktes uavhengig av menneskene som fyller det. Dette utspiller seg nemlig inni den lærende. At dette eksistensielle rommet skulle ha en mer primær karakter enn det geometriske kan virke litt ulogisk, ettersom rommet sett utenfra eksisterte også før de lærende trådte inn i det. Men Heidegger vil da si at vi bare kan erfare dette rommet gjennom å være i det – altså er det geometriske rom en abstrahert avledning av det eksistensielle rom. Som den danske filosofen og fenomenologen Dan Zahavi uttrykker det:

Det er netop, fordi rummet er tilgjengelig for os i en praktisk kontekst, at det også kan gøres til genstand for erkendelse (Zahavi, 2003, s. 51).

Læringsrommet opplevd innenfra omfatter alt det den lærende erfarer i rommet; alt fra lærerens pensumgjennomgang og tegning på tavla til de harde stolene, linoleumslukta av det gamle gulvbelegget og bh-stroppenes avtegning gjennom blusen til jenta på raden foran. I dette, som vel må være det Gunn Imsen omtaler som «elevens verden», vil stemningen i klasserommet, lærerens karisma og de sosiale relasjonene ofte være viktigere enn hvilket tema som står på timeplanen. Dessuten er det eksistensielle læringsrom dynamisk. Det utvikler seg over tid, i en strøm av øyeblikksopplevelser, som til sammen utgjør et stadig mer nyanserikt bilde av læringsrommet hos den lærende. Slik kan vi si at det eksistensielle læringsrommet er en variant av det einsteinske tidrommet – tiden og rommet er sammenvevde størrelser som påvirker hverandre.

Hans Petter Ulleberg, i dag instituttleder ved Pedagogisk institutt på NTNU i Trondheim, skrev sin hovedopp-

gave i pedagogikk fra 1995 om skolebygget og skolegårdens sosialiseringssfunksjon. Han referer her blant annet til den svenske arkitekten Finn Werne (1987) som hevder at «de romlige dimensjonene samtidig influerer alle våre tanker og vår atferd» og at «de steder, rom og bygninger som vi har vokst opp med bidrar til å forme vår identitet» (Ulleberg, 1995, s. 13). Dette forteller oss at de fysiske omgivelsene er av betydning for hva slags læring som kan finne sted.

Den amerikanske sosialantropologen Jean Lave og den sveitsiske læringsteoretikeren Étienne Wenger påpeker at læring grunnleggende sett er situert; den foregår i en konkret kontekst, i en situasjon, og blir også forbundet med denne situasjonen i hukommelsen. Men Lave og Wenger diskuterer ikke grunnpremisset for læring – elevens tilstedeværelse i situasjonen. Hvilken lærer har vel ikke fra tid til annen kjent på frustrasjonen over å tale for døve ører til elever med fjerne, drømmende blick, som man må hale ordene ut av, og som nærmest må tvinges til å delta i diskusjoner og aktiviteter?

Min barndoms Frøken startet alltid timene med opprop. Hun noterte i den store boka med grønne permer og håndtegnede kolonner for hver av skoleårets dager, om vi var fysisk til stede i klasserommet. I løpet av en formiddag i klasserommet ville hun sikkert også kunne gjøre rede for hvor *tilstedeværende* hver enkelt av oss hadde vært – på ulike måter. Men Frøken merket helt sikkert også at vi fra dag til dag i stor grad ble påvirket av *hennes* tilstedeværelse og dagsform. Jeg har selv opplevd dette som noe nærmest magisk med lærergjerningen – hvordan stemninger kan bre seg som ekko i klasserommet, og hvor sensitive elevene kan være for

lærerens humør og energi. Dersom et nytt menneske kommer inn i klasserommet, vil miljøet forandres. Hvis vedkommende gjør sin entré midt i en time, kan man oppleve at ballongen av oppmerksomhet og deltakelse som læringsrommet utvides av, punkterer. Videre vil læringsrommet fra dag til dag aldri være det samme, fordi vi som deltakere i rommet bringer med oss nye stemninger og tanker.

Men Frøken kom aldri tomhendt til undervisningen; hun hadde med seg en veske med bøker, forskjellige småting som hun viste frem, og papirer som jeg senere har skjært må ha inneholdt undervisningsnotater. Med dette, og i interaksjon med oss elever, skapte hun det indre opplevelsesrommet i hver av oss som dannet utgangspunkt for det læringsarbeidet vi utførte.

Summen av det ytre, fysiske rommet og det indre opplevelsesrommet, utgjør til sammen forutsetningene for en læringssituasjon. Å designe et undervisningsopplegg handler om å forme og manipulere dette læringsrommet ut fra hva slags læringsarbeid som skal finne sted. Jeg bruker i denne avhandlingen begrepet *læringsrom* om det som skjer i møtet mellom eleven og undervisningsopplegget.

## 2.2 Utforming og valg av læringsrom

### 2.2.1 Læringsrommets potensial

A museum of science is in essence a school; a museum of art is in essence a temple [...]. The aesthetic purpose, the aim of art, is to engage the powers; the didactic purpose, the aim of education, is to modify

them. Where the sphere of education begins, the sphere of art ends. (Benjamin Gilman, 1923)<sup>2</sup>

Benjamin Gilmans sammenligning av kunstmuseer og naturvitenskaplige museer (eller vitensentre) er spissformulert. Men som regel vil det være lett å se forskjell på et kunstmuseum og et vitensenter. Likevel: akkurat som kunstmuseet bør kunne fungere som en læringsarena, burde vel vitensenteret kunne utvikles til et tempel som er egnet til å engasjere og ikke bare instruere?

De amerikanske utdanningsforskerne Jessica Luke og Karen Knutson har studert forskjeller mellom naturfagene og kunstfagene i hva som betraktes som verdifullt læringsutbytte fra museumsbesøk – henholdsvis naturvitenskaplige museer og kunstmuseer (Luke & Knutson, 2010). De finner at man i naturfagene fokuserer mer på faglige ferdigheter, mens man i kunstfagene fokuserer mer på den besøkendes identitet og personlige utvikling. Tabellen nedenfor (Tabell 1) viser deres sammenligning av mål for læringsutbytte i realfag og kunstfagene. Kunstmuseene bør, understreker forskerne, lære av vitensentrene og de tekniske-/naturvitenskaplige museene når det gjelder å fornye museet som læringsarena. På den andre siden bør de naturvitenskaplige museene lære av kunstmuseenes fokus på å finne måter å engasjere de som i utgangspunktet ikke er så nysgjerrige på utstillingens innhold:

The challenge for science museums is to find ways to more creatively engage the non-science-interested audience, by opening up the definition of what counts as science and what counts as a viable

---

<sup>2</sup> Sitert hos Zeller (1989, s. 30) og Luke & Knutson (2010, s. 230-231).

Tabell 1. Sammenligning av mål for læringsutbytte i naturvitenskaplige fag (NRC, 2009a) og estetiske fag (Seidel, Tishman, Winner, Hetland, & Palmer, 2009) (etter Luke & Knutson, 2010, s. 233)

Strands of Science Learning (NRC, 2009)	Purposes of Arts Education (Seidel et al., 2009)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppleve begeistring, interesse og motivasjon til å lære om fenomener i den naturlige og fysiske verden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fremme brede ferdigheter, særlig evnen til kreativ tenkning og det å trekke forbindelseslinjer</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komme til å generere, forstå, huske, og bruke konsepter, forklaringer, argumenter, modeller og fakta knyttet til naturvitenskap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lære bort artistiske ferdigheter og teknikker, uten å gjøre dette til det primære</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulere, prøve ut, utforske, forutsi, stille spørsmål til, observere og forstå den naturlige og fysiske verden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utvikle estetiske bevissthet (f.eks. evnen til å se ting fra et estetisk perspektiv; få et rikere og mer detaljert bilde av verden)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflektere over hva som karakteriserer naturfaglig kunnskap; over prosesser, konsepter og institusjoner i naturvitenskapen, og over deres egen læringsprosess knyttet til fenomener</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tilby ulike forståelsesrammer</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delta i naturfaglige aktiviteter og øvelser sammen med andre, med bruk av naturvitenskapelig språk og verktøy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hjelp elever med å engasjere seg i sosiale og samfunnsmessige saker (f.eks. medfølelse med andre; personlig bemyndigelse; lederferdigheter)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenke på seg selv som naturvitere, og utvikle en identitet som noen som kan, bruker og noen ganger også bidrar til naturvitenskap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tilby en arena for selutfoldelse (f.eks. finne et eget uttrykk)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hjelp elever med å utvikle seg som individer (fantasi, selvfølelse, selvbevissthet; leder ofte til indre motivasjon for å lære)</li> </ul>

science-museum experience. (Luke & Knutson, 2010, s. 234)

Det finnes mange slags rom man kan være i, og det finnes også mange slags rom man kan lære i. Men når jeg som lærer tar meg bryet med å søke opp læringsarenaer utenfor skolen og klasserommet, ønsker jeg å finne rom som representerer noe grunnleggende annerledes – som kan tilføre elevenes læringsprosess noe nytt, noe jeg ikke klarer å skape i klasserommet eller på skolen.

Det er selvsagt ikke alt greier å få til med elevene våre i naturfagrommet. Men det er også forbløffende hva vi kan få til, av forsøk og lek og ablegøyer. Vi kan finne frem spennende utstyr, vi kan fortelle historier og vise

bilder, dra for gardinene, flytte på pultene, slukke lyset... Likevel greier vi ikke å fjerne klasseromfølelsen og klasseromslukta som alltid vil sitte i gulvbelegget, de støvete takplatene, tavletusjene og det susende ventilasjonsanlegget. Klasserommet blir aldri riktig vakkert – det grunnleggende uskjønne institusjonspreget forsvinner ikke selv om du kan prøve å kamuflere det. Og klasserommet blir heller aldri, eller meget sjelden, en fullverdig øvingsarena for livet utenfor.

Dersom vi skal oppsøke alternative læringsarenaer, bør de derfor representere rom som er grunnleggende forskjellige fra skolens undervisningsrom. Vi må da først vite hva de rommene vi har representerer, og hva det er vi mangler.



### 2.2.2 Affordances, kontekster og ulike mulighetsrom

Den amerikanske psykologen James Gibson (1904-1979) presenterte på 1970-tallet begrepet *affordances*, for å beskrive de fortrinn eller handlingsmuligheter som følger med ulike miljøer i et økologisk perspektiv:

The affordances of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill (Gibson, 1986, s. 127).

Dette er blitt et viktig begrep innenfor atferdspsykologien (Jenkins, 2008). Den kognitive psykologen og designguruen Donald A. Norman satte begrepet i forbindelse med industridesign gjennom boken *The Design of Everyday Things* (Norman, 1988), hvor han skriver om «*design affordances*» – hvordan gjenstander og designede miljøer innebærer ulike muligheter for interaksjon:

The term affordance refers to the perceived and actual properties of the thing, primarily those fundamental properties that determine just how the thing could possibly be used. A chair affords ('is for') support and, therefore, affords sitting. A chair can also be carried. (Norman, 1988, s. 9)

Videre har den danske realfagsdidaktikeren Marianne Achiam og hennes kolleger arbeidet med hvordan begrepet kan brukes som en inngang til å analysere bruk og design av museumsutstillinger (Achiam, May, & Marandino, 2014). De kobler dette til begrepet *distribuert kognisjon*<sup>3</sup>, og ser på ulike installasjoners «*affordance space*» som et resultat av forholdet mellom det

indre mulighetsrommet som de besøkende bærer med seg og det mulighetsrommet for ytre interaksjon som installasjonen presenterer. I sum gir dette et kognitivt mulighetsrom for læring og opplevelse. Måten jeg bruker begrepet læringsrom på er nært beslektet med dette.

De amerikanske realfagsdidaktikerne John Falk og Lynn Dierking er særlig kjente for sitt arbeid med museumsdidaktikk. I sin «*contextual model of learning*» (Falk & Dierking, 1992, 2000) beskriver de museumsbesøket som et samspill mellom tre ulike kontekster: *Den personlige kontekst* (omfatter motivasjon og forventninger; forhåndskunnskap, interesse og oppfatninger; valg og kontroll), *Den fysiske kontekst* (omfatter forarbeid og introduksjoner; utstillingsdesign; forsterking av opplevelsen utenfor museet), og *Den sosiale kontekst* (omfatter sosiokulturell mediering innad i gruppen; mediering som er fasilitert av andre). De tre kontekstene gir rom for ulike former for deltakelse.

Vår viktigste jobb som lærere er å forme læringsrom som kan engasjere elevene til ulike former for læringsarbeid. Dette innebærer å arbeide med å skape variasjon innenfor alle de tre kontekstene i Falk og Dierkings kontekstuelle læringsmodell. Det kan dreie seg om mentale ekskurser eller fysiske ekskursjoner. Disse utfluktene brukes ikke for å spre elevene, men snarere for å samle dem om felles erfaringer som de kan bruke som utgangspunkt for konstruktive læringsprosesser. Vi skal søke læringsrommets mangfold, for å gi elevene best mulig grunnlag for sitt læringsarbeid. Guri Langholm og Merethe Frøyland beskriver dette mangfoldet poetisk, som «myriader av opplevelser»:

---

<sup>3</sup> "Distributed cognition is a scientific discipline that is concerned with how cognitive activity is distributed across internal human minds, external cognitive artefacts, and groups of people and how it is distributed across space and time" (Zhang & Patel, 2006, s. 333).

Læring inntreffer og utvikles sjelden gjennom en enkeltstående opplevelse. Snarere oppstår læring generelt, og i realfag spesielt, som noe kumulativt og over tid, gjennom myriader av opplevelser. (Langholm & Frøyland, 2008, s. 55)

John Dewey påpekte at begrepene *situasjon* og *interaksjon* er uatskillelige fordi vi alltid berøres av omgivelsene våre. På samme måte er læringens ytre og indre rom sammenvevd – rommet preger oss, og vi preger rommet. Jeg snakker om læringsrom på samme måte som samfunnsgeografer snakker om «*place*» (Relph, 1976), som et betydningsfullt sted. Lærerens utfordring er altså å legge til rette for at rommet der læringen foregår blir til et *sted* for elevene – altså at *space* blir til *place*. I dette ligger det ikke bare at vi skal velge en scene, men også sette opp et stykke. Og skal stykket bli betydningsfullt for elevene, må de oppleve å være aktivt deltakende i å spille ut historien. Dette siste vil jeg komme tilbake til i kapittel 3.

### 2.2.3 Det iscenesatte rommet

Ordet estetikk kommer av det greske ordet *aisthetes* – «den som sanser», og i ordboka forklares det som «læren om det skjønn» ("Bokmålsordboka," 1986, s. 130). Man forstår av dette at det estetiske og det sanselige er forbundet, men hva innebærer det å ha en *estetisk opplevelse*? John Dewey kaller det «having an experience», og skriver:

We have an experience when the material experienced runs its course to fulfillment. [...] Because of continuous merging, there are no holes, mechanical junctions, and dead centers when we have an experience. There are pauses, places to rest, but they

punctuate and define the quality of movement. [...] In a work of art, different acts, episodes, occurrences melt and fuse into unity, and yet do not disappear and lose their own character as they do so – just as in a genial conversation there is a continuous interchange and blending, and yet each speaker not only retains his own character but manifests it more clearly than is his wont. (Dewey, 1934/2005, s. 36-38, kursiv i originalen)

Den estetiske opplevelsen handler altså om å bli berørt; om at tiden liksom forsvinner samtidig som vi kjenner en intensitet i vår tilstedeværelse som langt overgår hverdagens vante væremodus.

Slike opplevelser bør elevene våre også kunne få i arbeidet med realfag. Den amerikanske realfagsdidaktikeren Bernard Zubrowski skrev i 1982 en artikkel der han argumenterte for at realfagslæring burde drives frem av det han kalte «estetisk nysgjerrighet» (Zubrowski, 1982, s. 41). Zubrowski har arbeidet mye med Boston Children's Museum, og utgav i 2009 boken *Exploration and Meaning Making in the Learning of Science* som også har et kapittel som heter «Aesthetics in the learning of science» (Zubrowski, 2009).

Estetikken er en inngang til kreativitet og lek. Den berømte tyske poeten og dramatikerens Friedrich Schiller (1759-1805) skrev i 1795 *Briefe über die ästhetische Erziehung des Menschen* – brev om menneskets estetiske oppdragelse. Her understreker han betydningen og verdien av *lek*, både i kunsten og i vår utvikling som mennesker. Når det gjelder dette siste finner han faktisk støtte hos moderne tiders kognitive psykologer – blant andre Jean Piaget (1952), som var svært opptatt

av leken som kilde til kognitiv utvikling og kreativitet. Schiller skriver:

The artist is indeed the child of his age. [...] Man only plays when he is in the fullest sense of the word a human being, and he is only fully a human being when he plays. (Schiller, 1795/1967, s. 55, 107)

Med dette utgangspunktet stiller den danske litteraturforskeren Bo Hakon Jørgensen opp kunsten som et domene der mennesket kommer nærmere sin opprinnelige tilgang til verden:

Ofta er kunsten blevet omtalt som leg og kunstneren som det oprindeligt legende menneske. Man kunne da vove den påstand, at kunst i dens særlige fiktive tilgang til virkeligheden er menneskets oprindelige tilgang til verden, men at det så efterhånden oplever, at nogle af dets legende udkast på verden får faktisk evidens, hvorfor det så efterfølgende overgir sig helt til arbeidets produktivitet frem for til dets rene form. (Jørgensen, 2003, s. 33)

Undervisningens iscenesettelse og estetisering handler ikke (i hvert fall ikke først og fremst) om å sminke eller forskjønne virkeligheten. Snarere dreier det seg om stille virkeligheten i en kontekst som skaper deweyske opplevelser – egnet til å stimulere fascinasjon, kreativitet og utforskertrang hos elevene. Dersom man lykkes med å fremme en slik leken tilnærming til realfagene, er jeg overbevist om at langt flere elever enn i dag vil oppleve fagene som interessante og meningsfulle, og jeg tror også at dette ville kunne styrke deres faglige læringsutbytte.

Museenes kuratorer har alltid arbeidet med iscenesettelse og estetisering, som Hilde Hein påpeker:

Science museums, like all museums, aestheticize their content by decontextualizing and recontextualizing it. (Hein, 1996, s. 268)

Kuratoren ønsker at artefaktene som utstilles skal fortelle en eller flere historier, som kan engasjere og gripe publikum. Historien kan fortelles med mange ulike virkemidler, og de fleste av disse kan også brukes i klasserommet. Den irske utdanningsforskeren Keiran Egan (Egan, 1986, 1988) understreker betydningen av og potensialet forbundet med å bruke historiefortelling som pedagogisk verktøy. Egan skriver:

We are a storying animal: we make sense of things commonly in story forms; ours is a largely story-shaped world. (Egan, 1988, s. 96-97)

I museumsdidaktisk litteratur har man de senere årene sett begrepene «*narrative environments*» og «*narrative spaces*» som beskriver hvordan utstillinger og utstillingsopplevelse kan designes som historiefortelling (Hale, 2012; Locker, 2011). Marianne Achiam og hennes kolleger beskriver dette som en *integrerende tilnærming* til utstillingsdesign, hvor man fokuserer på å bygge sammenheng og helhetsopplevelse i utstillingen (Achiam, M. et al., 2014).

Mange skoleforskere har dessuten arbeidet med bruk av drama og rollespill i realfagsundervisningen (se bl.a. Dorion, 2009; Martin-Smith, 1995; Metcalfe, Abbott, Bray, Exley, & Wisnia, 1984; Ødegaard, 2001, 2003). Marianne Ødegaard peker i sin artikkel *Dramatic Science* på at rollespill kan møte pedagogiske behov som det ellers er vanskelig å tilfredsstille for realfaglæreren:

The pedagogical advantage of drama is that it can create [...] the possibility of stepping out of role and reflecting at distance on personal experience provides opportunities for metacognition with empathy. [...] Drama can successfully be used for making simulations of the real everyday world, especially in learning about science in the context of society, or where science is recontextualised for specific societal purposes. In sum, it offers students the possibility of experiencing cognitive, affective and active aspects of learning in an integrated way. (Ødegaard, 2003, s. 97)

Det jeg oppfatter som den aller mest grunnleggende lærdommen fra Deweys estetikk, er at vi må øve oss i å ikke fortelle alt – med én gang. Det å *holde tilbake*, for å gi rom for undring og fantasifull utforskning, er helt sentralt dersom vi skal stimulere elevenes deltakelse og innlevelse. Dewey skriver da også:

Recognition is perception arrested before it has a chance to develop freely. [...] In recognition we fall back, as upon a stereotype, upon some previously formed scheme. [...] Recognition is too easy to arouse vivid consciousness. There is not enough resistance between new and old to secure consciousness of the experience that is had. (1934/2005, s. 54-55)

Videre handler dette om å utvikle en styrket bevissthet omkring de virkemidlene vi bruker, og å nære en omsorg for, og nysgjerrighet i forhold til, det uttrykket de skaper. Denne kvaliteten kan man jobbe med å utvikle på alle slags arenaer og i alle rom.

De store renessansegeniene demonstrerte gjennom sitt mangfoldige virke at kunst og vitenskap er beslektede

disipliner. Min hovedveileder Edvin Østergaard, som både er professor i realfagsdidaktikk og velmerittert komponist<sup>4</sup>, har skrevet flere artikler om forholdet mellom estetikk og naturvitenskaplige tema som relativitetsteori, pendelfysikk og evolusjon (Østergaard, 2006, 2011a, 2011b). Flere didaktikere (bl.a. Mack, 2006; Pugh & Girard, 2007) har de senere årene tatt til orde for at deweysk estetikk bør få større plass i realfagsundervisningen. Den amerikanske skoleforskeren Philip W. Jackson understreker:

The arts, above all, teach us something about what it means to undergo *an* experience. [...] The arts provide us [...] with experiences that are exemplary in their unity, in their educative potency, and in the type of consummatory pleasures they yield. [...] The arts refine, concentrate and intensify [...] experience. In so doing, they lead us to an enriched understanding of the experienced object and, ultimately, to a deepened understanding of the self. (P. W. Jackson, 1998, s. 124, 194)

Ett av kunstens viktigste virkemidler, som også knytter seg til Deweys kommentar om gjenkjenning og tilbakeholdelse, er bruk av kontraster og overraskelser. Den kinesisk-amerikanske skole- og læreplanforskeren Hongyu Wang vektlegger betydningen av *det uventede* i kunsten, og påpeker at vi som formidlere har mye å lære av dette:

An aesthetic experience [...] has the power to transform the mundane and the ordinary into the extraordinary. [...] [This] leaves me with the question of how to stage an educational environment in such a way

---

<sup>4</sup> Han mottok blant annet Spellemannsprisen i 2010 i kategorien samtidsmusikk for verket *Die 7. Himmelrichtung* (Lawo Classics).

that the openings for the aesthetic and the imaginative can be created to release the power of life. Can we unfold the surprise, the spontaneity, and the eventfulness of lived experiences in our classrooms? Can we travel with our students into the realm of adventure to think the unthinkable and expect the unexpected? Can we build transformative moments out of our daily living with our students? (Wang, 2001, s. 90-91)

Wang fortsetter med å understreke at læreren med dette «faces the challenge of creating an educational environment or staging the classroom in such a way that students can be willing to move from the familiar to the strange, from the habitual to the novel, or from the routine to the unexpected» (ibid., s. 92).

Formuleringen «å sette i scene» henspiller vanligvis på det å planlegge eller oppføre et teaterstykke, mens «å lage scener» handler om å lede an til opptrinn eller forstyrrende situasjoner. Og selv om iscenesettelse i undervisningsøyemed ikke skal ha til formål å forårsake oppvigleri og spetakkel, mener jeg, med Dewey, at iscenesettelsen skal røske oss ut av det vante og trauste:

The enemies of the esthetic are neither the practical nor the intellectual. They are the humdrum; slackness of loose ends; submission to convention in practice and intellectual procedure. (Dewey, 1934/2005, s. 42)

Iscenesettelse kan være et viktig virkemiddel for å øke elevenes engasjement for realfagene i skolen og slik levendegjøre undervisningen.

## 2.2.4 Det autentiske rommet

**autentisk** a2 (gr *authentikos*, av *authentēs* 'opphavs-mann') fullt ut ekte og pålitelig *en a-beretning / a-folkemusikk / a-e brev / et a-intervju* ("Bokmålsordboka," 1986, s. 29)

Hva er det som er *autentisk* når vi snakker om realfagundervisning? Når jeg orienterer meg i pedagogisk og didaktisk litteratur er det tydelig at dette er et honnørord som mange ønsker å assosiere seg med. For hvem er det vel som ikke vil fremstå som «fullt ut ekte og pålitelig»?

Wallace (2004, s. 903) og Kolstø & Knain (2011, s. 274-275) peker på tre ulike typer autentisitet i realfagundervisningen. Disse er *elevsentrert autentisitet* (eleven opplever undervisningen som interessant og meningsfull), *faglig autentisitet* (fagets begreper, modeller, metoder og normer får spillerom) og *situert autentisitet* (læringen er rettet mot «real world activity», som Wallace skriver). Mens det elevsentrerte perspektivet har vært utbredt i progressivt orientert undervisning siden Rousseau og Pestalozzi<sup>5</sup>, har det eksplisitte fokuset på faglig autentisitet blitt stadig tydeligere gjennom de seneste årenes vektlegging av utforskende arbeidsmetoder i realfagene (R. Anderson, D., 2007; Fogleman, McNeill, & Krajcik, 2011; Kolstø & Knain, 2011; Minner et al., 2010; Roth, 1995). Når jeg her bruker begrepet vide-

---

<sup>5</sup> Mens Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) – en av de mest berømte filosofene fra den franske opplysningstida – formulerte sine pedagogiske prinsipper gjennom romanen *Émile*, var Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) en sveitsisk reformpedagog som er blitt kjent for sitt filantropiske arbeid med fattige og foreldreløse barn. De var begge eksponenter for en pedagogikk hvor man satte barnas behov for utvikling i sentrum, i stedet for kunnskaps- og kulturformidling.

re, er det først og fremst i betydningen situert autentisitet, med ekskursjoner til arenaer for reell (og gjerne praktisk) anvendelse av det fagstoffet vi arbeider med. Når vi skal oppsøke autentiske læringsarenaer, er det nemlig den situerte autentisiteten vi er på utkikk etter. Da er ikke laboratoriet på skolen interessant nok – selv om det på mange måter kan sies å representere faglig autentisitet i forhold til naturfagene. Situert autentisitet samtidig kan imidlertid innebære at undervisningen også får elementer av elevsentrert autentisitet – slik Braund & Reiss hevder:

Far greater use needs to be made of out-of-school sites in the teaching of science. Such usage will result in a school science education that is more valid and more motivating. (2004, s. 1373)

Både Rousseau og Pestalozzi var opptatt av å integrere elementer av situert autentisitet i undervisningen, gjennom bruk av naturen og skolehager som læringsarenaer. Andre eksempler på situert autentiske læringsarenaer som kan være aktuelle i skolens naturfagundervisning er gårdsbruk, industribedrifter, forskningsinstitusjoner, sykehus, rederier og flyselskap, og statlige etater som veivesenet, forsvaret, NSB og Avinor. Hav, skog og fjell kan sies å være naturfagenes mest primære, autentiske læringsarena. Men eksemplene ovenfor representerer arbeidsplasser der de ansatte hver dag *braker* kompetanse innenfor naturfagene til å løse viktige og virkelige oppgaver. Det å møte denne formen for autentisk relevans kan for mange elever være sterkt motiverende (Parvin & Stephenson, 2004; Sjaastad, Carlsten, & Opheim, 2014).

Bruk av praktiske aktiviteter som utgangspunkt for undervisning og læring, er intet banebrytende didaktisk prinsipp. Dette har blant annet dype røtter i de gamle håndverkslaugenes mesterlæretradisjon, hvor læringen skjer i tråd med Albert Banduras teori om rollelæring – gjennom observasjon og imitasjon samt identifikasjon med forbilder (Bandura, 1986; Nielsen & Kvale, 1999). Det er også mange filosofer og læringsteoretikere (er dette et paradoks?) som vektlegger den håndfaste, kroppslige erfaringen som basis for læring (Bourdieu & Nice, 1990; Grendstad & Sandven, 1990; Merleau-Ponty, 2012; Wilson, 2010). Men selv om «taus kunnskap» (Polanyi, 1958) kan være et sentralt element i praktisk yrkesutførelse, så er det i realfagslæringen viktig at den praktiske erfaringen også gjøres til gjenstand for refleksjon og bearbeiding. Innen mesterlæretradisjonen har riktig nok de muntlige fortellingene en viktig funksjon, både til kunnskapsformidling og sosialisering (Lave & Wenger, 1991; Orr, 1990), men i en setting av realfagslæring blir det viktig at den språklige bearbeidingen er så eksplisitt og presis som mulig. Derfor er det viktig å få jobbet med skriftliggjøring av erfaringer og refleksjoner som gjøres i møte med og som følge av de praktiske aktivitetene, og at realfaglige begreper og teorier trekkes inn i bearbeidingen – men gjerne parett med kontekstspesifikke begreper og fagtermer fra den bestemte aktiviteten.

Med dette kommer også den faglige autentisiteten inn i erfaringen, og som Kolstø og Knain påpeker, får da den språklige bearbeidingen en integrerende funksjon i forhold til de ulike autentisitetsformene:

God læring innebærer at elevene kan bruke faglig språk til å kommunisere om sine erfaringer på en måte som er meningsfull for dem, og i situasjoner hvor de opplever et behov for dette. Dette behovet oppstår når faglige begreper, modeller og tenkemåter blir knyttet til elevenes interesser, og til ulike erfaringsområder utenfor klasserommet. Dette er ulike områder for autentisitet. (Kolstø & Knain, 2011, s. 274)

Samtidig peker blant andre Anderson (2007) på viktigheten av at bearbeidingen foregår i en dialogisk prosess hvor elevene får bidra med autentiske spørsmål fra konteksten og at de sammen får oppleve å medvirke til å løse felles utfordringer.

Ved Natural History Museum i London har man i mange år jobbet med å utvikle utstillinger og attraksjoner som gir mer rom for utforskning og handlende deltakelse enn de tradisjonelle museumsutstillingene (som vel å merke fortsatt utgjør brorparten av utstillingsvolumet). Hilde Hein skriver om dette, og sammenligner disse utstillingene med teaterforestillinger – *spectacles*:

The interactive, multisensory exhibits, sometimes called environments, are a form of spectacle. They attract and hold attention by means of their theatricality, which also enables them to incorporate some didactic content. Museums exhibitors have learned the ancient lesson of dramatic theatre that aesthetic investment pays off in emotive return, but their aim is not simply to “coat the bitter pill” of learning or to enhance dull fact. Dramatic presentation is meant to trigger an experience that is authentic, because real experience is what museums now purvey and what audiences have come to expect. Visitors want an experience that is subjective and emotionally intense,

and modern museums comply by subordinating the genuineness of objects to that of the experiences they engender. (H. Hein, 1996, s. 279)

Dette er en interessant kobling av begrepene estetisering og autentisitet. Museer og vitensentre vil alltid prinsipielt sett tilhøre *den presenterte verden*; selv om de inneholder autentiske gjenstander og representasjoner av disse, vil disse alltid være hentet ut av sin opprinnelige kontekst og slik sett ikke fremstå som helt autentiske.

At det ikke alltid er helt enkelt å finne gode autentiske læringsarenaer, ser vi demonstrert gjennom yrkesfagutdanningens lærlingeordning. Til tross for stadige tiltakspakker og et helt menasjeri av utredninger og strategidokumenter, viser det seg år etter år at utdanningsmyndighetene sliter med å skaffe tilstrekkelig med lærlingeplasser for de unge og håpefulle som har gjort seg mer eller mindre ferdige med utdanningens teori-fagdel, og ivrer etter å komme ut i lære hos utøvende mestere.

Gjennom arbeidet med Newton-senteret i Nannestad erfarte jeg imidlertid at næringslivet var svært imøtekommende når jeg tok kontakt og inviterte dem til å være med på å utvikle nye undervisningsopplegg. Michael Totterdell og hans kolleger beskriver lignende erfaringer fra utviklingen av samarbeidsrelasjoner med eksterne partnere i England (Totterdell, Hathaway, & la Velle, 2011). Det kan tyde på at det er enklere å få trukket næringslivet inn i partnerskap med enkeltskoler og enkeltlærere, enn å få bedriftene til å forplikte seg til langsiktige samarbeidsavtaler med staten eller en stor skoleeier.

Hanne Mehli skriver i avhandlingen *Rom for læring: hva kan erfaringer fra autentisk naturvitenskapelig arbeid bidra med i klasserommet?* (Mehli, 2014) om bruken av NAROM (Nasjonalt senter for romrelatert opplæring) og Andøya rakettskytefelt som lærings- og etterutdanningsarena. Mehli understreker at rakettskytefeltet er «et autentisk naturvitenskapelig miljø, der forskere ingeniører og fysikere står for undervisning og veiledning» (ibid, s. 37), og hun vektlegger blant annet betydningen av «å delta i et profesjonelt miljø og et faglig profesjonelt fellesskap» og å «ha tilgang til tekniske fasiliteter som beskrives som 'virkelige'» (s. 38). Kurs-tilbud som dette kan styrke deltakernes faglige identitet, og dette vil ha betydning for læringsarbeidet tilbake i klasserommet.

Den kanadiske fysikdidaktikeren Arthur Stinner anbefaler som jeg har vært inne på at realfagsundervisningen i større grad enn i dag bør bygges opp rundt faghistorier – *Large Context Problems* – som kan være egnet til å styrke fagenes indre sammenheng og gjøre undervisningen mer interessant for elevene (Stinner, 1995, 2006). Mehli's elever ved rakettskytefeltet kom i praktisk berøring med unike og autentiske faghistorier. Med utgangspunkt i og referanser til denne formen for situerte autentiske erfaringer, kan man som lærer så utvikle faghistorier og teoretiske utvidelser som favner stadig større deler av pensum. Slik vil det autentiske læringsrommet kunne gjøre det lettere for elevene å relatere seg til lærestoffet, og som derfor vil oppleves som mer relevant og interessant enn konvensjonelt fremlagt lærebokpensum.

### 2.3 Struktur og frihet i læringsrommet

Det læringsrommet som elevene opplever, vil være et produkt av lærerens undervisningsopplegg. Undervisningsopplegget kan inneholde mange ulike elementer, men en grunnleggende kvalitet ved disse elementene knytter seg til i hvordan og i hvilken grad de strukturerer elevenes læringsarbeid. De strukturerende grepene kan både relatere seg til det indre og det ytre mulighetsrommet (jmfør kapittel 2.2.2).

Begrepet *scaffolding* (direkte oversatt: stillasbygging) ble introdusert av den amerikanske psykologen Jerome Bruner (1915-) på 1950-tallet, for å beskrive en undervisningssituasjon mellom voksne hvor den ene (eksper-ten) hjelper den andre til å løse praktiske problemer (Wood, Bruner, & Ross, 1976). Det er denne hjelpen som utgjør stillaset – eller *støttestrukturene*, som vi gjerne sier på norsk. I skolesammenheng knyttes dette til Vygotskijs teori om den proksimale utviklingssonen, og betegner lærerens veiledning og tilpasning av oppgaver som setter elevene i stand til å løse problemer de ellers ikke ville vært i stand til å løse (Bliss, Askew, & Macrae, 1996).

Et viktig poeng i artikkelen til David Wood, Jerome Bruner og Gail Ross er at støttestrukturer gradvis skal fjernes (*fading scaffolding*) – slik at eleven blir stadig mer autonom etter hvert som den proksimale utviklingssonen utvides. Målet med dette er å gjøre oppgaven mer oversiktlig og mindre kompleks. Men når den lærende blir tryggere på seg selv og på problemløsningsverktøyet, kan deler av stillaset fjernes – stag for stag – slik at vedkommende får flere frihetsgrader å operere innenfor. Innenfor Hubert og Stuart Dreyfus' fem-

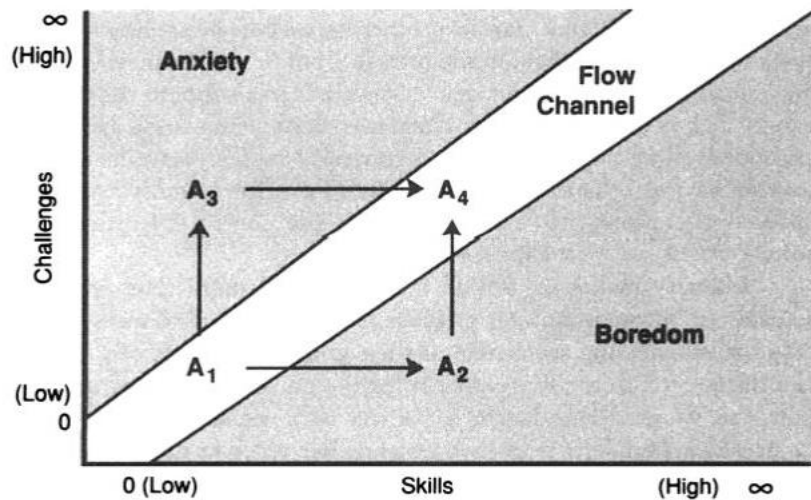


trinnsmodell for ferdighetstilegnelse (Dreyfus & Dreyfus, 1999, s. 53-57) vil dette kunne tilsvare å bevege seg fra ett stadium til det neste på veien fra novise til ekspert.

De fleste av oss er drevet av et behov for å oppleve mestring i de aktiviteter vi dedikerer oss til. Den ungarske psykologiprofessoren Mihály Csikszentmihalyi er opphavsmann til den såkalte *flytsoneteorien* (1990). Når vi er «i flyt», har vi gjensidig forsterkende mestringsopplevelser, og vi befinner oss i den optimale sonen mellom evnenivå og utfordringsgrad (merket «flytkanal» i Figur 4 nedenfor). Dersom utfordringene blir for store i forhold til våre evner, vil vi oppleve stress; blir de for trivielle, vil vi oppleve kjedsomhet.

Støttestrukturer skal, ideelt sett, ikke være barrierer som begrenser elevenes spillerom. De skal snarere fungere som ledegjerder som holder elevene innenfor sine respektive flytsoner, slik at de kan bevege seg utover i flytsonediagrammet sitt – i møte med stadig vanskeligere utfordringer, uten verken å kjede seg eller bli engstelige.

Det finnes ikke noe entydig svar på spørsmålet om hvordan man kan bringe elevene inn i en flytzone som leder mot læringsmålene. For å skape et læringsmiljø preget av slike flytsoner har man innen museums- og vitensenterdidaktikken lenge fokusert på begrepet *interaktivitet* (se for eksempel Adams, Luke, & Moussouri, 2004; Caulton, 1998; Davidsson & Jakobsson, 2012;



Figur 1. Flytsonediagram (faksimile fra Csikszentmihalyi, 2008, s. 74).

Downes & McMillan, 2000; Falk, Martin, & Balling, 1978; Heath & Vom Lehn, 2008; Vom Lehn, Heath, & Hindmarsh, 2001). Marianna Adams og hennes kolleger tar til orde for en bred forståelse av interaktivitetsbegrepet som «a range of experiences that fully engage visitors personally, physically, and emotionally» (s. 157-158). De understreker at museumspedagoger og utstillingsdesignere må bli flinkere til å lage rammer rundt utstillinger og installasjoner som kan fremme læringsarbeidet til skoleelever og andre besøkende. James Bradburne påpeker dessuten at «hands-on interactive displays rarely allow visitors to shape actively the nature of their inquiry» (Bradburne, 1998, s. 120).

Heath og vom Lehn (2008) bemerker videre at den vanlige formen for computer-basert «interaktivitet» som man ofte finner tilknyttet installasjonene i museer og vitensentre ofte ikke innebærer noen virkelig involvering fra elevenes side. Eller som Bradburne skriver: «The power of a live demonstration cannot be replaced by a talking head on a 17" screen» (Bradburne, 1998, s. 124). Det som Axelson (1998) kaller *Lisebergeffekten* er dessuten velkjent for mange lærere: At elever på eks-

kursjon til vitensentre blir løpende rundt for å trykke på knapper uten verken fokus eller noen intensjon om å utforske eller lære (se også Shortland, 1987). Dewey advarer også mot denne formen for konsentrasjonsbrist:

An experience may be immediately enjoyable and yet promote the formation of a slack and careless attitude. [...] Experiences may be so disconnected from one another that, while each is agreeable or even exciting in itself, they are not linked cumulatively to one another. Energy is then dissipated and a person becomes scatter-brained. (1998, s. 26)

De danske museumsforskerne Nana Quistgaard (senere Bargesen) og Bruno Engemann tar i artikkelen *Hvad er spørsmålet? Om at skabe et læringsrum i udstillingen* til orde for at det å presentere elevene for åpne, assosierende spørsmål («undringsbilleder») i møte med utstillinger og installasjoner, vil kunne styrke elevenes læringsutbytte (Quistgaard & Ingemann, 2010). Slike undringsbilder vil kunne fungere som «primere» for mer åpen utforskning og refleksjon, og kan slik elevenes utforskning retning og fokus.

Andre viktige støttestrukturer i undervisningsopplegget relaterer seg til for- og etterarbeid. Kari Beate Remmen skriver i sin doktorgradsavhandling om elevsentrert geofagundervisning med ekskursjoner og feltarbeid (Remmen, 2014). Hun legger stor vekt på at feltarbeidet må innebære reell informasjonsinnhenting, som etterpå kan bearbeides og settes i sammenheng med fagteori. Remmen understreker også betydningen av konstruktive for- og etterarbeidsseanser i klasserommet (se også bl.a. Bamberger & Tal, 2006; Frøyland,

2010). Forarbeidet skal brukes til å planlegge datainn-samlingen, og her må elevene bli gjort kjent med teoretiske verktøy som de skal bruke for å få innhentet relevante data. I etterarbeidet bør elevene først bli bedt om å tolke funnene sine og trekke konklusjoner basert på tolkningene, og deretter lage en eller annen form for rapport eller sluttprodukt som setter funnene i sammenheng med fagteori. Et feltarbeid som kun er egnet til å illustrere på forhånd gjennomgått teori, har begrenset verdi i læringsprosessen; elevene bør oppleve at feltarbeidet i seg selv var nødvendig for å skaffe seg den innsikten de presenterer i sluttrapporten.

I diskursen knyttet til *scientific literacy* (Kolstø, 2001; Millar & Osborne, 1998; Norris & Phillips, 2003; Roberts, 2007) er momentene ovenfor helt sentrale. I sin bok *Naturfag som allmenndannelse*, problematiserer imidlertid Svein Sjøberg både utslagene dette har i klasserom rundt om i verden, og begrunnelsene for den utforskende tilnærmingen:

Forestillingen om eleven som «oppdager» naturlovene, er basert på et nokså naivt og positivistisk syn på vitenskapens vesen. [...] Det er et tankekors at denne typen pedagogikk har hatt så sterkt fotfeste blant mange pedagoger som i andre sammenhenger er erklærte antipositivister. Årsaken til dette er antakelig at man av *pedagogiske* grunner er tilhenger av en *undervisning* der elevene selv er aktive, og der de selv konstruerer sin virkelighetsforståelse. Da er det lett å dikte opp et bilde av vitenskapen som rettferdiggjør den aktivitetsbaserte undervisningen. (Sjøberg, 2009, s. 400-401)

Sjøberg påpeker altså elevene ikke lærer det de skal, og argumenterer for at dette skyldes et overdrevent fokus

på elevaktivitet i undervisningen. Den nederlandske utdanningspsykologen Paul Kirschner og hans kolleger støtter et slikt syn i en artikkel med den lange overskriften *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential and Inquiry-Based Teaching* (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006).

Dette kan man akseptere dersom premisset er at aktivitetsorientert undervisning er det samme som undervisning med en fraværende lærer. Slik trenger det imidlertid ikke være. For læreren kan også være aktiv, og hans oppgave kan være å sørge for tilpassede og dynamiske strukturer rundt elevene og læringsaktivitetene. På denne måten kan han sette elevene i stand til å bruke et stadig voksende spillerom til mest mulig effektiv læring – selv om «deltakelsens pris» (*The Price of Participation*), som de svenske skoleforskerne Jonas Emanuelsson og Fritjof Sahlström skriver om (Emanuelsson & Sahlström, 2008), blant annet innebærer at læreren får mindre kontroll over læringsforløpet.

Birgitte Bjønness og hennes kolleger påpeker behovet for veksling mellom struktur og spillerom når de skriver om lærerens rolle i utforskende naturfagundervisning (Bjønness, 2014; Bjønness, Johansen, & Byhring, 2011). De beskriver hvordan læreren i ulike faser av undervisningen bør stramme inn og åpne opp elevenes spillerom i en kontinuerlig dynamisk bevegelse, og presenterer følgende fire (lett omskrevne) råd til læreren (Bjønness, Johansen & Byhring, 2011, s. 148):

- 1) Gi elevene overordnede tidsrammer, og gjerne en milepælplan;

- 2) Vær årvåken for elevenes forkunnskaper, og gi dem styring når de skal inn i på ukjent territorium;
- 3) Gi spillerom i etterkant av strukturerte faser;
- 4) Også i åpne faser trenger elevene støttestrukturer som sikrer framdrift og fokus.

I tillegg anbefaler de at første og siste fase i undervisningsopplegget er lærerstyrt og tydelig strukturert, for å ramme inn læringsforløpet.

Jennifer DeWitt ved King's College i London har forsket mye på realfagslæring utenfor klasserommet, og hun peker på at dialogen mellom lærer og elev får karakter av noe mer jevnbyrdig og betydningsfullt i ekskursjonssettinger (DeWitt, 2010). Dette er et viktig poeng. Samtidig er det å få til en konstruktiv og god dialog med elevene ikke bare et spørsmål om *hvor* undervisningen finner sted. Brasilianske Eduardo Mortimer og britiske Phil Scott beskriver fire ulike kommunikative tilnærminger («*communicative approaches*») som læreren kan ha til elevgruppen, ved en tabell basert på de to dikotomiene autoritativ/dialogbasert og interaktiv/ikke-interaktiv (Mortimer & Scott, 2003; Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006). Noe forenklet kan vi fra dette anføre at maksimalt spillerom tilsvarer en kommunikativ tilnærming som er dialogbasert og interaktiv, mens maksimal styring eller struktur tilsvarer en kommunikativ tilnærming som er autoritativ og ikke-interaktiv. På samme måte som hos Bjønness og kollegene understrekes det at det er en positiv og nødvendig dynamikk mellom disse to ytterlighetene:

Shifts between communicative approaches are an inevitable part of teaching whose purpose is to support meaningful learning of scientific knowledge. We suggest that a necessary tension therefore exists

between authoritative and dialogic approaches as dialogic exchanges are followed by authoritative interventions (to develop the canonical scientific view), and the authoritative introduction of new ideas is followed by the opportunity for dialogic application and exploration of those ideas. In these ways, one communicative approach follows from the other, authoritativeness acting as a seed for dialogicity and vice versa. (Scott et al., 2006, s. 605)

Realfagsdidaktikerne Erik Knain og Stein Dankert Kolstø presenterer i boken *Elever som forskere i naturfag* (Knain & Kolstø, 2011) en tabell som angir ulike frihetsgrader i praktiske eller utforskende læringsaktiviteter. Tabellen, som er gjengitt nedenfor (Tabell 2), omfatter en skala med fire trinn fra null til tre, hvor problem, metode og resultat enten er gitt (strengt strukturert) eller åpent (mye spillerom).

Tabell 2. Frihetsgrader i praktisk eller utforskende arbeid (Knain & Kolstø, 2011, s. 29).<sup>6</sup>

Frihetsgrader	Problem	Metode/gjennomføring	Resultat
0	Gitt	Gitt	Gitt
1	Gitt	Gitt	Åpen
2	Gitt	Åpen	Åpen
3	Åpen	Åpen	Åpen

De ulike situasjonene som tabellen skjematisk beskriver, retter seg mot typiske forskerspireaktiviteter i skolelaboratorium eller felt, hvor elevene skal drive utforskende arbeid. Men begrepet frihetsgrader er relevant og interessant også i forhold til andre typer læringsaktiviteter.

Museer og vitensentre beskrives ofte som «*free choice learning environments*» (Bamberger & Tal, 2006; Dierking & Falk, 2003; Falk & Dierking, 2002) – blant annet fordi de er åpne for et allment publikum på rekreasjonsbesøk og altså ikke er designet som formelle læringsarenaer. Men når disse brukes som ekskursjonsmål for skoleklasser står de i en formell undervisningssituasjon, og da vil det være behov for noe mer struktur og styring (i hvert fall i visse faser av besøket). Bamberger og Tal (2006, s. 81) differensierer mellom undervisningsopplegg i museer uten valgfrihet, med begrenset valgfrihet, og med fullstendig valgfrihet. Bamberger og Tal konkluderer med at det er oppleggene med *begrenset valgfrihet* som gir det rikeste læringsutbyttet.

Dynamikken mellom støttestrukturer og spillerom i læreplanbaserte undervisningsopplegg knyttet til alternative læringsarenaer, kan gjerne være forskjellig fra hverdagens klasseromsundervisning. Men læreren må, som Bjønness og kollegene (2011) påpeker, ikke miste grepet om regien. I den grad spillerommet og antall frihetsgrader utvides i deler av undervisningsopplegget, bør det rammes inn av tydelige strukturerende grep i andre deler av undervisningsopplegget. Dette for at elevene skal vinne best mulig læringsutbytte – også innenfor de kompetanseområdene som relaterer seg til utforskende arbeidsmetoder og naturvitenskapelig metodeforståelse.

## 2.4 Utspenning av læringsrommet

Jeg har ovenfor sett på tre ulike aspekter ved læringsrommet: Hvordan ulike læringsarenaer byr på ulike

<sup>6</sup> Etter Herron (1971).

muligheter (*affordances*) for læring, hvordan struktur og spillerom kan brukes aktivt for å styre læringsprosessen, og hvordan læringsrommet i vid forstand oppleves innenfra – gjennom den lærende selv.

Når jeg i denne studien ser på hvordan læringsrommet utspennes i to gjennomførte undervisningsopplegg, gjør jeg det ved å se på to ulike dimensjoner: En viktig dimensjon knytter seg til i hvilken grad rommet er *åpent* (mye spillerom) eller *lukket* (strengt strukturert). Den andre dimensjonen jeg har valgt å se nærmere på i denne studien, er i hvilken grad rommet kan sies å være *iscenesatt* (estetisert) eller *autentisk* («real world activity»). Begge disse dimensjonene handler om at en lærer – på en hvilken som helst læringsarena – kan velge å gjøre undervisningen mer åpen, mer lukket, mer autentisk, eller mer iscenesatt. Som jeg vil komme tilbake til i kapittel 5 har disse to dimensjonene (eller fire, om man vil) vist seg å være velegnede for å analysere og sammenligne rombruken i de to casene mine.

Dessuten: Læringsrommet vil bli preget av de læringsprosessene som foregår der, samtidig som rommet legger grunnlag og bygger potensialer for de læringsprosessene som kan finne sted. Læringsprosessens tidsdimensjon knytter seg til kronologien til de læringsaktivitetene som elevene involveres i. Til syvende og sist er valg og bruk av ulike læringsarenaer – og utforming av læringsrom – et virkemiddel for å trekke elevene inn i aktiviteter som kan bidra til å bygge et rom inni dem som er egnet til å huse det læringsutbyttet vi ønsker at de skal tilegne seg.

### 2.5 Alternative læringsarenaer: Den andre dagen og de konkrete erfaringene

Before we ask more young people to dine at the restaurant of science, should we not ask ourselves whether the menu we offer is both appropriate nourishment and appealing? (Osborne, Driver, & Simon, 1998, s. 33)

I boka *Den andre dagen* (2002) tar Tom og Rita Tiller utgangspunkt i det skoletilbudet elever på landsbygda hadde et par generasjoner tilbake, med skole tre ganger i uka – altså annenhver dag. Skole tre dager i uken er jo betydelig mindre enn skole fem ganger i uken, så her har vi – både sett fra et utdanningspolitisk og fra et distriktpolitisk perspektiv – vært vitne til en positiv utvikling... eller? Ekteparet Tiller mener at vi har fått en skole hvor «det virkelige livet har for liten plass». De tar til orde for at vi må finne nye læringsrom som kan fylle noen av de funksjonene denne «andre dagen» hadde – som integreringspunkt, pustehull og erfaringsarena. Selv om vi ikke skal hengi oss til reaksjonær nostalgi når vi vil skape morgendagens skole, løfter Tom og Rita Tiller her frem viktige spørsmål i skoledebatten.

Naturvitenskapen og realfagene kjennetegnes ved at de i enda større grad enn andre fagtradisjoner omfatter kunnskaper som er gyldige utover konkrete kontekster; vi kan si at erfaringen er de-kontekstualisert. Den pedagogiske utfordringen er derved at mange opplever fagene som abstrakte, vanskelig tilgjengelige, og irrelevante for dem og deres liv. For å tydeliggjøre at denne kunnskapen likevel er relevant – og det i svært mange ulike sammenhenger – må fagene re-kontekstualiseres: Læreren må demonstrere fagenes anvendelsesområder

i konkrete situasjoner som elevene opplever er interessante og autentiske.

Norsk skole generelt og realfagundervisning spesielt, har vært i hardt vær siden man på 90-tallet begynte med store komparative undersøkelser av elevenes kunnskaps- og kompetansenivå. Klasseromsstudier viser også at undervisningen er lite variert – særlig fra åttende klasse og fremover (K. r. Klette, 2003; Ødegaard & Arnesen, 2010) – og man har funnet at det gjennomføres mindre eksperimentelt og praktisk arbeid i norske naturfagklasserom enn det internasjonale gjennomsnittet (Grønmo & Onstad, 2009).

Internasjonale studier understreker betydningen av å fokusere på *relevans* i undervisningen (Millar & Osborne, 1998; Osborne & Dillon, 2008). I Norge har problemet med elever som faller fra i videregående skole vokst etter at det ble innført en lovfestet rett til videregående opplæring i 1994 (Falch & Nyhus, 2009). Særlig gjelder dette de yrkesfaglige studieretningene. Det er nærliggende å tenke at dette henger sammen med at den videregående skolen med Reform 94 ble mer teoretisk, og derved mindre tydelig relevant for yrkesfagelevne. Riktig nok poengterer Gudmund Hernes i Fafo-rapporten *Gull av gråstein* (Hernes, 2010) at dette problemet er større i flere av våre naboland (og da særlig på Island), men det er ikke til å komme bort fra at mens 70 prosent av elevene gjennomfører videregående skole på normert tid i OECD-landene, er denne andelen bare 57 prosent i Norge. Heldigvis greier noen flere å gjennomføre skolegangen med et par tilleggsår til hjelp, men selv etter fem år er det én av fire kvinner og én av tre menn som ikke har fullført den videregående

de skolen (SSB, 2014). De samfunnsøkonomiske konsekvensene av dette er estimert til fem milliarder kroner for hvert årskull. Kunnskapsdepartementets Ny GIV-prosjekt (KD, 2014), har som mål å øke gjennomføringen i videregående opplæring (definert som fullført i løpet av fem år) fra 69 til 75 prosent innen utgangen av 2015. Et av momentene som det blir lagt vekt på her, er nettopp å tydeliggjøre fagenes relevans for arbeidslivet – både i ungdomsskolen og i fellesfagene i videregående skole.

Merethe Frøyland tar i boken *Mange erfaringer i mange rom* (2010) utgangspunkt i arbeidet til den amerikanske kognitive psykologen Howard Gardner når hun argumenterer for å bruke læringsarenaer utenfor klasserommet i undervisningen. Gardner har siden 1980-tallet utviklet sin teori om *multiple intelligenser*, og dette kan tolkes som en reaksjon på (det amerikanske) samfunnets ensidige tiltro til IQ-tester som mål på menneskelig begavelse. Gardner definerer intelligens som «biopsychological information processing capacities» (2006, s. 227), og beskriver med utgangspunkt i nevrobiologiske kriterier åtte ulike intelligenser (verbal-språklig, logisk-matematisk, kroppslig-kinestetisk, musikalisk-rytmisk, visuell-romlig, naturalistisk, interpersonlig og intrapersonlig intelligens<sup>7</sup>). Vi innehar alle mer eller mindre av samtlige åtte talenter for læring, og Frøylands hovedpoeng er at vi ved å variere mellom ulike aktiviteter og læringsarenaer i undervisningen, vil gi elevene et rikt mangfold av erfaringer som i sum styrker læringsutbyttet.

---

<sup>7</sup> Gardner åpner også for at eksistensiell og moralsk intelligens kan inkluderes i listen.

Et tilsvarende argument kan reises fra de ulike læringsstilm modellene som ble populære i skoleverket på nittitallet – for eksempel modellene til David Kolb (1984; 2005) og ekteparet Rita og Kenneth Dunn (Dunn & Dunn, 1978; Dunn & Griggs, 2003). Elevene våre har ulike læringspreferanser, og om vi ikke skal lage skreddersydde undervisningsopplegg for hver enkelt så bør vi i hvert fall tilstrebe å imøtekomme alle over tid – gjennom variasjon og utprøving av nye undervisningsmetoder.

Men selv om elevene er forskjellige og selv om en del veltilpassede elever trives med klassisk kateterundervisning, er det også et mål i seg selv at de alle skal få komme i berøring med mer autentiske læringsarenaer enn det skolens klasserom har å by på (Braund & Reiss, 2006), og få flere konkrete erfaringer. Den britiske realfagsdidaktikeren Justin Dillon tar til orde for at ekskursjoner og feltarbeid i naturfagsundervisningen burde være noe i retning av en rettighet for elevene:

I am a firm believer in the value of science beyond the classroom. Done well, fieldworks work. It improves knowledge; it improves skills; it improves motivation. Denying students' fieldwork is like denying them pens, books and computers. (Dillon, 2011, s. 144)

John Dewey understreket betydningen av *det konkrete* i opplæringen. I boken *Experience and Education* går han så langt som å til proklamere: «All genuine education comes about through experience. [...] There is no such thing as educational value in the abstract» (1938/1998, s. 25, 27).

Sammen med professor Bo Dahlin argumenterer Edvin Østergaard og Aksel Hugo for at realfagene trenger en ontologisk vending – altså et skifte i hva man setter

som den primære, virkelige basis for fagene. De viser til Edmund Husserls (1970) fenomenologiske kritikk av den historiske utviklingen til vestlig naturvitenskap; Husserl anklager vitenskapen for å ha mistet rotfestet i vår felles menneskelige erfaring, og hevder at vi i matematiseringen av naturfenomener distanserer oss fra naturen og livsverdenen. Dahlin og kollegene skriver:

According to Husserl the consequence is that abstract mathematical models are seen as more real than the concrete, lived experience in which they have their ultimate ground, and from which they have been abstracted. This is what Harvey (1989) calls the ontological reversal. It means that what actually is secondary, ontologically speaking, becomes primary. (Dahlin, Hugo, & Østergaard, 2009, s. 203)

I min fagdidaktiske masteroppgave (Nordal, 2006), brukte jeg Husserls perspektiv når jeg argumenterte for en mer virkelighetsnær, kontekstualisert realfagsundervisning. Men det som kanskje er litt paradoksalt, er at vi som lærere, når vi bruker prosjekter og praktiske aktiviteter i undervisningen vår, oftest gjør det med utgangspunkt i en de-kontekstualisert læreplan. Det primære mål for aktiviteten vil i mange sammenhenger være å lære bort matematikk og abstrakte begreper.

Og slik er det jo i en skolehverdag – vi kommer ikke unna pensum og de fagene vi som lærere forvalter i skolen. Dessuten er det grunn til å tro at den dekontekstualiserte, «rene» realfagskompetansen er etterspurt i arbeidsmarkedet fordi den er fleksibel og generell. Overfor elevene tror jeg likevel vi gjør klokt i å øve oss på å styrke den praktiske virkelighetens ontologiske status i undervisningen vår. I stedet for å presentere

elbilen som et eksempel i fysikkfaget, bør vi tydeliggjøre at fysikk kan brukes for å forstå og beskrive visse aspekter ved elbilen – hvordan elektromotorer fungerer, og hvordan batteriet kan lades opp. Og så er det en del fysikkfaget *ikke* kan brukes til når det gjelder å forstå hvordan elbilteknologien utvikles og anvendes og hvilke konsekvenser dette har for samfunnet. Elbilen som fenomen kan altså fungere som et integrerende punkt for fysikkdidaktisk, kjemididaktisk og samfunnsfagdidaktisk utviklingsarbeid, gjennom tverrfaglig samarbeid. Men det enkelte fag vil bare kunne gi et begrenset bilde av helheten. Eller for å bruke matematiske begreper: *Faget er en delmengde av verden, ikke omvendt!*

Samtidig må ikke «de andre dagene» og lengselen bort fra klasserommet lede oss helt vekk fra tanke og teori. Tvert imot bør de fungere som perspektivgivende prismar, som styrker ettertanke og refleksjon. Som jeg skrev i masteroppgaven min: det skal ikke være «en 'morsommere måte å lære mindre på', men tvert om en metode for både *mer* og *dypere* læring» (Nordal, 2006, s. 38).



### 3. Læring som funksjon av deltakelse

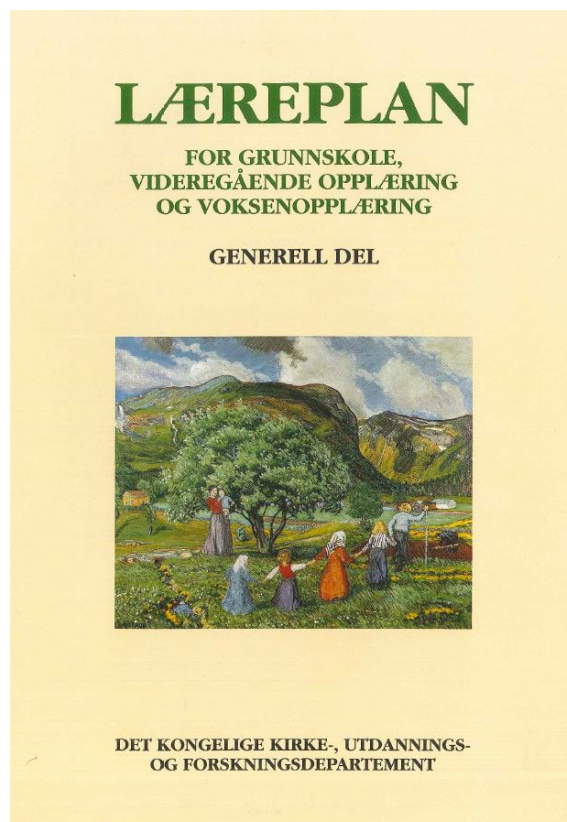
Vi har i Norge i dag ti års obligatorisk grunnskole. De fleste går rett videre til tre år med videregående skole etter ungdomsskolen. En stadig større andel av ungdomskullene følger på med bachelor- eller mastergradsstudier ved landets mange universiteter og høyskoler. Det økende utdanningsnivået i befolkningen er både en konsekvens av og en kilde til høyere kompetansekrav i arbeidsmarkedet – ikke minst innen realfag. Spørsmålet om hvordan skolens elever best kan lære realfag, er derfor av interesse også utenfor en snever fagdidaktisk diskurs. Samtidig er realfagene viktige som dannelsesfag, og de kan – og bør – bidra til å gi elevene rikere, mer meningsfulle liv.

Jeg vil i dette kapittelet løfte frem noen perspektiver på og teorier om realfagslæring i regi av skolen. Jeg har valgt litteratur som belyser og underbygger et analytisk rammeverk, som i sin helhet vil bli presentert i avhandlingens kapittel 5.

#### 3.1 Læringens mål

Innimellom treffer jeg på elever som lurer på hvorfor de i det hele tatt skal gå på skolen. I en hektisk hverdag kan det være lett å avspise dem med lettvinde svar som at «Stortinget har bestemt det» eller «For at jeg skal ha noen å undervise». Men egentlig er dette et spørsmål som alle skoleelever burde stille seg hver eneste skoledag, og i ideelt sett burde de like ofte finne svar

som de opplever som tilfredsstillende – ja, endog inspirerende.



*Omslaget til den originale, praktfullt gjennomillustrerte, utgaven av Den generelle læreplanen fra 1994.*

Spørsmålet om hvorfor vi må gå på skole kan selvsagt løftes opp til et eksistensielt nivå («Hvorfor er vi her, på denne kloden?»), og for mange elever vil det nok være like mye dette (og behovet for å uttrykke generell misnøye med manglende selvråderett over eget liv) som er utgangspunkt for spørsmålet, som utdanningspolitiske overveielser. La meg like fullt begynne i den utdanningspolitiske enden. Læreplanens generelle del innledes nemlig med følgende erklæring:

Opplæringens mål er å ruste barn, unge og voksne til å møte livets oppgaver og mestre utfordringer sammen med andre. Den skal gi hver elev kyndighet til å ta hånd om seg selv og sitt liv, og samtidig overskudd og vilje til å stå andre bi. [...] Kort sagt, opplæringens mål er å utvide barns, unges og voksnes evner til erkjennelse og opplevelse, til innlevelse, utfoldelse og deltakelse. (KUF, 1994, s. 5)

Disse formuleringene, ført i pennen av daværende utdanningsminister Gudmund Hernes, sier jo egentlig at ungene skal gå på skole for å leve gode liv og bli lykkelige. Jeg har stor sans for både Hernes' formuleringsevne og innholdet i det han skriver. Kanskje er det dette jeg skal svare neste gang en elev stiller *hvorfor*-spørsmålet?

Men det spørres om eleven ville bli fornøyd med et slikt svar. Eleven ønsker seg konkrete eksempler på at ferdigheter og kunnskaper som han tilegner seg gjennom skolens undervisning er viktige og nyttige for ham *nå*. Han ønsker å oppleve å bli hørt og sett for den han er, og han ber om at vi gjør undervisningen relevant og inspirerende.

Filosofen Jon Hellesnes skrev i 1969 essayet *Ein utdana mann og eit dana menneske*. Her problematiserer han begrepene dannelselse (*daning*) og utdanning (*utdanning*), og påpeker:

Det hender stundom at vi møter djup visdom hos menneske som aldri har nært seg av akademisk lærdom. Det hender ofte at vi møter akademisk lærde som aldri formidler visdom. Det finst sprenglært toskeskap og det finst folkeleg visdom. [...] I det gode samfunn ville utdanning føre med seg daning og dermed visdom. (Hellesnes, 1969, s. 1)

Sprenglært toskeskap er jo verken særlig attråverdig eller utpreget salgbart overfor ungdommene. Da er det nok tross alt bedre å fokusere på at utdanningen skal gi elevene ferdigheter som de vil ha nytte av videre i livet. I stedet for å fokusere på hvilke tema det skal undervises i, kan vi fokusere på hvilken *kompetanse* elevene skal sitte igjen med etterpå – de skal altså kunne bruke det de har lært. Gjennom arbeidet med OECDs PISA-undersøkelser er det utviklet et sett med nøkkelkompetanser (OECD, 2010; Rychen, Salganik, & Hersh, 2003; Tuschling & Engemann, 2006). I utdanningsministerier verden over legger man nå disse til grunn som et viktig premiss når man skal revidere sine læreplaner, og bevegelsen mot et mer kompetanseorientert læreplanverk begrunnes gjerne i at man ønsker en økt vektlegging av elevenes læringsutbytte – fremfor tidligere læreplaners pensumfokus (de Haan, 2010). Riktig nok stiller enkelte, blant andre utdanningsforskeren Gert Biesta (Biesta, 2010), spørsmål ved hvilke konsekvenser denne *instrumentaliserte undervisningen* kan ha for skolens humanistiske samfunnsoppdrag (en innvending Hellesnes ville stilt seg helhjertet bak). Som tilsvaret til Biestas kritikk kan det hevdes at de kompetansebaserte læreplanene innebærer et elevsentrert heller enn et lærersentrert fokus. Samtidig tydeliggjøres lærerens ansvar for å bruke de metoder som kreves for at elevene faktisk tilegner seg de kompetansene som kreves for å kunne fungere godt i samfunnet vårt.

Begrepet læringsprogresjoner (*learning progressions*) er blitt stadig mer fremtredende i både didaktisk litteratur og på policy-nivå de senere årene. Fra det ameri-

kanske *National Research Council* defineres begrepet som:

...descriptions of the successively more sophisticated ways of thinking about a topic that can follow one another as children learn about and investigate a topic over a broad span of time. (NRC, 2007)

*Next Generation Science Standards* (NRC, 2015) – det nye rammeverket for naturfaglæreplaner i USA – tar utgangspunkt i læringsprogresjoner når de anbefaler at læreplanene bygges opp rundt tre nøkkeldimensjoner: 1) *Core Ideas*; 2) *Scientific and Engineering Practices*; 3) *Crosscutting Concepts*. Det å fokusere på naturvitenskapelig *praksis* fremfor ferdigheter eller kunnskaper innebærer en tydeliggjøring av at elevene skal arbeide med lærestoffet innenfor en realfaglig relevant kontekst.

Da *Forskerspiren* ble introdusert i 2010 som et gjennomgående hovedområde i Kunnskapsløftets naturfagslæreplan (det eneste hovedområdet som gjelder for alle årstrinn), fulgte man en internasjonal trend. Utforskende arbeidsmåter, eller *inquiry learning*, er et tema man over hele verden finner igjen i læreplanreformer innenfor naturfagene (Abd-El-Khalick et al., 2004; R. Anderson, D., 2007; Crawford, 2000; Hofstein & Lunetta, 2003; Knain & Kolstø, 2011; Minner et al., 2010). Dette er ikke noe nytt (John Dewey etterlyste det allerede på 30-tallet). Det handler om at elevene skal stimuleres til å møte naturfenomener med undring og nysgjerrighet. Man ønsker slik å imøtegå forestillingen om naturfagene som statiske og døde fasisunivers, og understreke fagenes prosesskarakter:

Naturvitenskapen framstår på to måter i naturfagundervisningen: Som et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag og som en prosess som dreier seg om naturvitenskapelige metoder for å bygge kunnskap. Prosessene omfatter hypotesedanning, eksperimentering, systematiske observasjoner, åpenhet, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling. Forskerspiren skal ivareta disse dimensjonene i opplæringen. (Kunnskapsdepartementet, 2013, s. 3)

Kompetanser knyttet til dette prosessperspektivet står også sentralt innenfor det som gjerne kalles *naturfaglig allmenndannelse* (Sjøberg, 2009). Ludvigsenutvalgets NOU-utredninger om fremtidens skole i Norge (Ludvigsen et al., 2014; Ludvigsen et al., 2015), løfter frem fire ulike dannelsesperspektiver (se figuren ovenfor) med utgangspunkt i skolens mangslungne samfunnsoppdrag: Allmenndanning (allmenn orientering), demokratisk dannelse (fellesskapsorientering), personlighetsdanning (individorientering) og utdanning (yrkesorientering). Disse fire perspektivene kan også rettes spesifikt mot naturfaget/-ene: Både allmenn orientering, individorientering, fellesskapsorientering og arbeidslivsorientering bør inngå i naturfagundervisningen. Samtidig understreker utvalget at vi ikke må miste fagspesifikke kompetanser av syne, og at fremtidens skole og fremtidige læreplaner bør fokusere mer på å utvikle elevenes *dybdelæring*:

Dybdelæring dreier seg om elevenes gradvise utvikling av forståelse av begreper, begrepssystemer, metoder og sammenhenger innenfor et fagområde. Det handler også om å forstå temaer og problemstillinger som går på tvers av fag- eller kunnskapsom-

råder. Dybdelæring innebærer at elevene bruker sin evne til å analysere, løse problemer og reflektere over egen læring til å konstruere en varig forståelse. (Ludvigsen et al., 2015, s. 14)



Figur 2. Illustrasjon av ulike dimensjoner ved skolens samfunnsoppdrag og innhold. Faksimile fra Ludvigsenutvalgets delrapport (2014, s. 17)

Utvalget foreslår i sin sluttrapport, som bærer tittelen *Fremtidens skole: Fornyelse av fag og kompetanser* (Ludvigsen et al., 2015), at morgendagens læreplaner struktureres med utgangspunkt i fire grunnleggende kompetanseområder:

1. Fagspesifikk kompetanse
2. Kompetanse i å lære
3. Kompetanse i å utforske og skape
4. Kompetanse i å kommunisere, samhandle og delta

Videre foreslås det at læreplanene bør ta utgangspunkt i tre *flerfaglige tema*, hvorav *Klima, miljø og bærekraftig*

*utvikling* er ett (2015, s. 49-51)<sup>8</sup>. Med dette vil det som ofte omtales ved akronymet UBU (Utdanning for bærekraftig utvikling) kunne få enda større plass i naturfaget, og det blir lagt opp til at prosjekter med dette som tema også skal trekkes inn i samfunnsfag og språkfag.

I 1987 la Verdenskommisjonen for miljø og utvikling under ledelse av Gro Harlem Brundtland frem sin rapport *Our Common Future* (WCED, 1987). I rapporten advares det om at dersom vi skal sikre et fremtidig livsgrunnlag for våre etterkommere, er vi avhengige av å drastisk endre vår adferd og våre holdninger til forbruk og miljø. Kommisjonen understreker at vi for å få til dette er avhengige av «a vast campaign of education, debate, and public participation» (WCED, 1987, s. 23). Utdanning betraktes altså som et sentralt element i kampen for en mer bærekraftig utvikling, og som et svar på dette vedtok FN's generalforsamling resolusjon 57/254 (UN General Assembly, 2002) om innstifting av FN's *Decade of Education for Sustainable Development* (UN DESD), som skulle strekke seg fra 2005 til 2014. Blant resultatene fra dette tiåret, er at det er at stadig flere land har implementert kompetansemål knyttet til Utdanning for Bærekraftig Utvikling inn i sine læreplaner, og UBU-undervisning gjennomføres i dag over hele verden (de Haan, 2010; ECE, 2011; M. G. Jackson, 2011).

Begrepet dannelse forbinder vi i dagligtalen ofte med borgerskapets higen etter å kunne konversere «dansen» med overklassen, basert på overfladiske kunnskaper om de antikke kulturene, kunst og filosofi. Men dannelsen – *Bildung*, som det heter på tysk, eller *bildning*,

<sup>8</sup> De to andre temaene er *Det flerkulturelle samfunnet* og *Folkets helse og livsmestring* (ibid).

på svensk – handler snarere om å dyrke og kultivere *karakter* hos de unge. De skal gjennom skolen møte lærere og et samfunn som har en agenda og som vil noe. Ikke så å forstå at elevene skal hjernevaskes i den ene eller den andre retning, men de skal oppøves til å stå frem med autonomi og vilje og evne til å gjøre en forskjell i verden.

To av kompetansene som ofte nevnes i UBU-sammenheng er *kritisk tenkning* (Saul, 2000; Tilbury & Wortman, 2004) og *handlekraft* (Mogensen & Schnack, 2010; Pace, 2007) – knytter seg til denne formen for dannelse. Disse er relevante i forhold til flere av de grunnleggende kompetanseområdene som Ludvigsenutvalget setter opp (se ovenfor). Dersom vi gjennom skoleverkets utdanning klarer å kultivere disse kompetansene, eller karaktertrekkene, hos elevene våre – og samtidig gi dem tilstrekkelig fagkunnskap – mener jeg vi har gitt et viktig bidrag både til fremme av en bærekraftig utvikling for kloden og verdenssamfunnet, og for at våre elever skal kunne leve meningsfulle, lykkelige liv.

## 3.2 Hva er læring?

### 3.2.1 Møter

Hvis jeg på et overordnet nivå skal prøve å beskrive hva som skjer med meg når jeg lærer, vil jeg si at det er *møter* med verden som setter noe i meg i *bevegelse*, som igjen fører til at jeg *utvikler* meg. Møtet med verden kan betraktes på mange ulike måter, men det er, uansett perspektiv, dette møtet som setter i gang læringsprosessen. Dette kan dreie seg om møter med fenomener i verden, eller møter med andre mennesker og deres idéer.

I realfagene er ofte kjernen i det som skal læres abstrakte sammenhenger og begrepsstrukturer. Mange elever finner dette vanskelig tilgjengelig. Lærerens grunnleggende didaktiske utfordring er da å legge til rette for situasjoner der eleven kan få mest mulig konstruktive møter med dette lærestoffet.

Den østerriksk-jødiske filosofen og teologen Martin Buber (1878-1965) skrev i sitt berømte essay *Ich und Du* fra 1923 om møtet som tilværelsens eksistensielle grunnstruktur; *parat*, insisterte Buber, er den minste mulige enhet – fordi vi alltid står i en eller annen form for relasjon (Buber, 1923/2003). Buber (som var en dypt religiøs mann) mente at et hvert ekte møte – enten det var mellom menneske og natur, mellom menneske og kunst eller mellom menneske og medmenneske – dypest sett var et møte med Gud.

Omtrent samtidig, i 1925, tok den 22 år gamle Otto Friedrich Bollnow (1903-1991) en doktorgrad i fysikk, innen gitterteori. Han begynte imidlertid snart å bevege seg i retning av læringsteori, og utviklet Bubers filosofi videre inn i pedagogikken. Et hovedpoeng i det som blir kalt møtepedagogikken, er at læring er en personlig, subjektiv prosess hvor følelser, forståelse og handling virker sammen (Imsen, 2005). Dette gir læreren en ganske komplisert rolle:

I møtet stilles jeg alltid overfor noe overraskende og tilfeldig [...]. Møtet lar seg ikke dirigere; det er i dypeste forstand uberegnelig og unndrar seg derfor prinsipielt enhver bevisst metodisk planlegging. (Bollnow, 1959/1976, s. 107, 138)

Bollnow mener altså at læringen ikke kan styres utenfra; læreren skal være en tilrettelegger for meningsfull

læring, som søker å forstå og møte elevene individuelt. Kunnskap som ikke har mening for eleven, har heller ikke noen verdi for vedkommende. Av dette følger det at læringen – eller i hvert fall det som kan kalles for den dype læringen – har en fundamentalt *diskontinuerlig* karakter. Bollnow skriver:

Didaktikken har alltid forutsatt [en] kontinuerlig tillegnelse av lærestoffet. Når det derimot er tale om virkelig innsikt, da er forholdet et annet. Innsikt kan ikke vinnes skritt for skritt; den kommer ved et slag; det er noe som plutselig slår ned i en, det "faller skjell fra øynene". [...] Slik er det f.eks. når en matematisk læresetning plutselig går opp for en, og man ser hvordan de enkelte slutninger føyer seg sammen til et logisk hele. [...] Det er ikke noe vi kan tiltvinge oss, i høyden kan vi tålmodig forberede oss og vente på at det skal skje. (Bollnow, 1976, s. 43-44)

### 3.2.2 Konstruksjon

Også den hviterussiske utviklingspsykologen Lev Semjonovitsj Vygotskij (1896-1934) var opptatt av at læringen skjer i et samspill mellom individer, som sosiale og kulturelle møter. Vygotskij utviklet teorien om den proksimale utviklingssonen – området mellom de oppgaver en elev kan løse på egenhånd, og de oppgaver eleven ikke kan løse selv med hjelp fra andre. Han skriver:

Tidligere spurgte man: er barnet modent til at lære at læse, regne osv. Spørsmålet om de fuldt modne funksjoner er stadig aktuelt; vi må alltid fastlægge indlæringsens laveste tærskel. Men hermed er sagen ikke udtømt; vi må også kunne fastlægge indlæringsens høyeste tærskel. Det er nemlig kun imellem disse tærskelværdier, at indlæringen vil bære frugt. [...]

*Pædagogikken må orientere sig mod morgendagen i barnets udvikling og vende sig bort fra gårdsdagen.* Først da vil den kunne vække de utviklingsprosesser til live, som ligger i den nærmeste utviklings zone. (Vygotskij, 1934/1982, p. 290, kursiv i originalen)

Men mens Vygotskij forsket og levde innenfor et marxistisk og kollektivt orientert samfunn i Sovjetunionen, var det rådende læringsteoretiske perspektivet i Europa på denne tiden (som i dag) først og fremst rettet mot individets læringsprosesser. Den kanskje viktigste eksponenten for den individorienterte utviklingspsykologien, var den sveitsiske psykologen og filosofen Jean Piaget (1896-1980). Piaget, som også var en viktig inspirasjonskilde for Vygotskij, var særlig interessert i å finne frem til ulike stadier i barnets kognitive utvikling. Men han er også blitt kjent som en av hovedmennene bak *konstruktivismen* som læringsteori. Piaget (1959) beskrev hvordan vi utvikler kunnskap og mening gjennom et samspill mellom erfaringene vi gjør oss og idéene våre – eller våre *mentale skjema*, som han kalte dem. Innlæring gjennom dette samspillet (adaptasjon) kan ifølge Piaget skje på to ulike måter: Enten stemmer erfaringen med idéen, og kan føyes inn i skjemaet (assimilasjon); eller så stemmer det ikke, og da må skjemaet endres (akkomodasjon).

Konstruktivismen er den overordnede læringsteorien som råder grunnen innenfor det moderne elevsentrerte utdanningsparadigmet, men det finnes ulike konstruktivistiske retninger. Piagets teori går i dag under betegnelsen kognitiv konstruktivisme, mens Vygotskij's teori betegnes som sosial konstruktivisme (også kjent som sosiokulturell teori). Senere har vi også fått retningen «radikal konstruktivisme» (Glaserfeld, 1995) som

hevder at det er umulig å verifisere om kunnskap baserer seg på en *sannhet* i ontologisk forstand, ettersom all kunnskap i alle fall er en individuell konstruksjon.

Knud Illeris har videreutviklet Piagets adaptasjonsteori til en firegrenet læringstopologi, som differensierer mellom *kumulativ læring*, *assimilativ læring*, *akkomodativ læring* og *transformativ læring* (Illeris, 2012, s. 22-24). Illeris skriver:

Min læringsforståelse er baseret på tilegnelsesprocessens beskaffenhet, og dermed hvordan læringsresultatet tilvebringes. [...] Udgangspunktet for tilegnelsens typologi er det forhold, at det, der læres, nødvendigvis i hjernen må indgå i en eller anden form for organisation. For denne organisation har man i læringspsykologien, som typisk hos Piaget, brugt metaforen mentale eller kognitive "skemaer". [...] Læringen består således i, at nye impulser forbindes med resultaterne af tidligere læring [...]. Sammenhængen mellem de eksisterende skemaer og de nye impulser kan etableres på fire principielt forskellige måder, der udgør typologiens fire læringstyper. (ibid., s. 22-23)

Illeris definerer *kumulativ læring* som tilfellene der den lærende ikke har noe eksisterende skjema som kan kobles til opplevelsen, slik at det må opprettes et nytt (isolert) skjema. Videre beskriver han *assimilativ læring* som «tilføyende» læring; opplevelsen føyes altså inn i allerede eksisterende skjema. Om *akkomodativ læring* skriver han at den er «overskridende – den nedbryder eksisterende strukturer» (ibid., s. 23), og påpeker at dette er en krevende øvelse for mange av oss. Ikke desto mindre er disse læringsopplevelsene lettere å huske, og de stimulerer egenskaper som overblikk,

fleksibilitet og kreativitet. *Transformativ læring* handler om å endre selve skjemaorganiseringen. Dette innebærer en enda mer radikal overskridelse enn akkomodasjonen, og Illeris sammenligner den med de psykiske gjennombrudd og katarsis i Freuds psykoanalyse. Jeg er spesielt opptatt av denne formen for læring, som jeg vil komme tilbake til i kapittel 3.3.

#### 3.2.3 Nevrofysiologi

Parallelt med at de psykologisk skolerte læringsteoretikerne utover 1900-tallet arbeidet med å utvikle sine forklaringer og hypoteser omkring læringens natur, vokste nevrofysiologien frem som en egen forskningsdisiplin. Med røtter tilbake til Leonardo da Vincis illegale disseksjons- og anatomistudier på begynnelsen av 1500-tallet, har arbeidet med å prøve å forstå hvordan hjernen fungerer blitt et av de mest banebrytende forskningsfeltene i moderne naturvitenskap. Fremveksten av avansert avbildnings- og simulerings-teknologi har muliggjort stadig mer sofistikerte studier av det som har vist seg som menneskekroppens mest kompliserte organ.

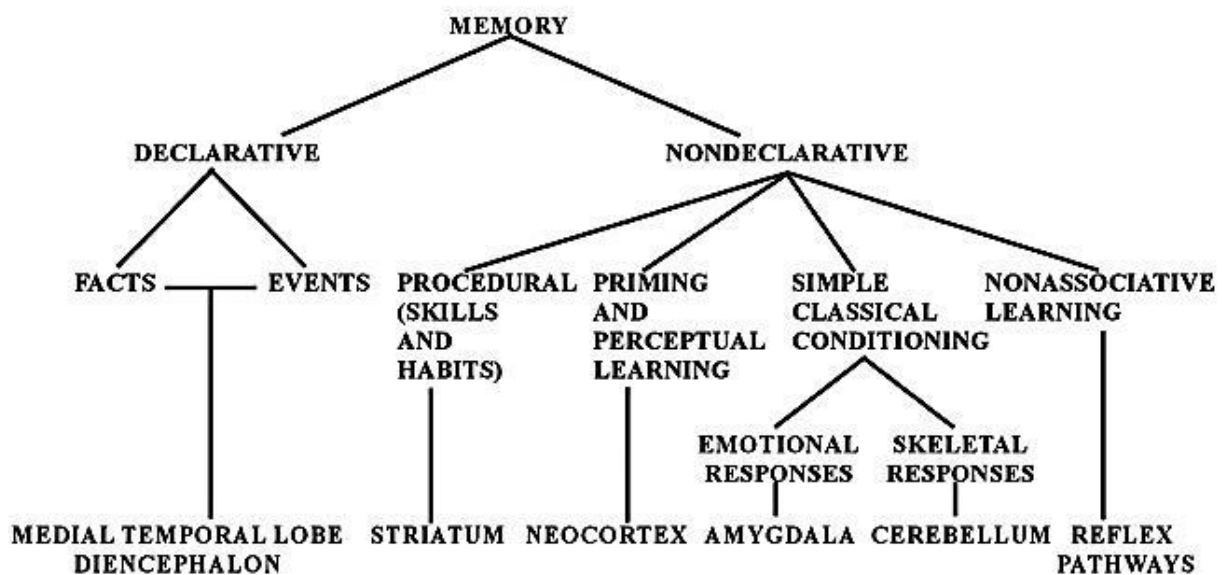
Selv om mange vil argumentere for at vi lærer med hele kroppen, er det liten tvil om at hjernen er det sentrale organet i læringsarbeidet. Hva er det så som skjer inni denne grå, halvannenkilos klumpen når vi lærer? Psykologene vil altså si at læring handler om at vi gjennom møter med verden utenfor oss selv erverver oss en eller annen form for hukommelsesavbildninger i hjernen. Dersom dette minnet «fester seg» i langtidshukommelsen, kan vi ved en senere anledning hente frem minnet, og bruke dette til å orientere oss i verden og i oss selv. Nevrofysiologene mener dette helt bokstavelig

– disse minnene er fysisk lokalisert et sted i hjernen. Og ulike m ter vil gi ulike typer minner, som lagres i ulike deler av hjernen.

Nevrologisk sett har vi to distinkte former for læring, knyttet til hvert sitt hovedregister i langtidshukommelsen. Disse kalles ulike steder i litteraturen enten for det *episodiske* og det *semantiske* minnet (Tulving, 1983); det *eksplisitte* og det *implisitte* minnet (Kandel & Hawkins, 1992); eller det *deklarative* og det *ikke-deklarative* langtidsmindet (Squire, 2004), og er som figuren nedenfor viser igjen inndelt i ulike fysiologisk adskilte, spesialiserte hukommelsessystemer i hjernen (Figur 1 nedenfor). Forenklet kan vi med utgangspunkt i Squires figur dele hjernens hukommelsessystemer inn i kategoriene *kognitiv* hukommelse (bl.a. tinninglappen og mellomhjernen), *handlende* hukommelse (bl.a. det stripete legemet og lillehjernen), *perseptiv* hukommelse (bl.a. hjernebarken) og *emosjonell* hukommelse (bl.a. amygdala). Oversatt til norsk svarer altså begrepene på

figurens nederste linje til henholdsvis: 1) tinninglappen og mellomhjernen, 2) det stripete legeme, 3) hjernebarken, 4) amygdala, 5) lillehjernen, og 6) refleksbuene.

Hukommelsesforskerne deler gjerne læringsprosessen inn i tre faser – *innlæring*, *overføring* og *gjenhenting* (Baddeley, Eysenck, & Anderson, 2009). *Innlæring* handler om å innhente relevante stimuli fra omgivelsene, og dette vil avhenge av den lærendes oppmerksomhet og konsentrasjon i læringssituasjonen. *Overføring* handler om å kode inntrykkene inn i langtidshukommelsens ulike registre. Denne innkodingsprosessen kan ta tid, og foregår blant annet mens vi sover. Ved *gjenhenting* av minner kobles langtidshukommelsen med arbeidsminnet. Jo flere ganger et minne gjenhentes, dess sterkere blir de synaptiske koblingene mellom nervecellene akkurat her, og jo sterkere vil hukommelsesavbildningen v re. Samtidig vil et minne som er koblet til flere hukommelsessystemer, lettere huskes over tid fordi det ved assosiasjoner i mange ulike sammenheng-



Figur 3. Langtidshukommelsens ulike hukommelsesregistre (faksimile fra Squire 2004, s. 173).



er hentes frem og kodes på nytt (Baddeley et al., 2009, s. 98). Studier tyder også på at det som kalles for selvbiografiske blitsminner – minner av enkelthendelser som vi knytter til vår egen livshistorie – er ekstra motstandsdyktige mot glemsel (Baddeley et al., 2009, s. 144-147).

Den Harvard-baserte kanadiske lærerutdanneren og læringsteoretikeren Eleanor Duckworth (1935-), har vært opptatt av hvordan kognitiv konstruktivisme og hjerneforskning kan anvendes praktisk i klasserommet. Duckworth, som arbeidet sammen med Piaget i Sveits på '50-tallet, understreker i essaysamlingen *The Having of Wonderful Ideas* (Duckworth, 1987) betydningen av at elevene opplever eierskap til de ideene som pensum baserer seg på. Hun advarer mot fasit-undervisning, og tar til orde for at vi i skolen bør gi mer plass til utforskning (*critical exploration*) og «*the virtue of not knowing*» (ibid.). Denne situasjonen der man ennå ikke vet, og potensialet i det uavklarte, skriver også Aksel Hugo om:

Vitenskapsfilosofene og læringsteoretikerne gjør lett feil når de bygger teorier om hvordan viten skapes. De glemmer det som er der før vi vet, før vi forstår og før vi kan noe som helst. De glemmer at utgangspunktet for at viten skapes er den tilstanden hvor vi ennå ikke vet, men undrer. (Hugo, 2002)

### 3.2.4 Egenbevegelse

Vår felles viten om verden frembringes av vitenskapens forskere, men grunnleggende sett skapes viten i hver enkelt av oss når vi lærer. Aksel Hugo skriver om *kunnskapingen* som en aktiv prosess i sin avhandling *Erkjennelsens berøring med livet* (Hugo, 1995). De epistemolo-

giske diskursene om hva *kunnskap* egentlig er for noe, strekker seg tilbake til renessansen og opplysningstiden – om ikke enda lengre. Her utkrystalliserte det seg på 16- og 1700-tallet to motstridende teorier – *empirismen* og *rasjonalismen*. Mens man innenfor empirismen hevdet at kunnskap er noe som kommer utenfra oss selv, gjennom erfaringen, mente rasjonalistene at kunnskap er noe som kommer innenfra oss selv, gjennom tanken og fornuften.

I Hugos epistemologi kan jeg ane at det empiristiske og det rasjonalistiske perspektivet kombineres, ved at læring og kunnskap betraktes som resultat av ulike typer *egenbevegelse* i den lærende – *oppmerksomhetsbevegelse*, *perspektivbevegelse* og *selviakttagelse*. Aksel Hugo beskriver de tre egenbevegelsesformene som resultat av tre vesensforskjellige møter: møtet med verdens fenomener (oppmerksomhetsbevegelsen), møtet med andre mennesker (perspektivbevegelsen) og møtet med oss selv og vår egen væren (selviakttagelsen). Disse egenbevegelsene er ikke bare ulike i sitt uttrykk, de har også ulik betydning for oss. Mens oppmerksomhetsbevegelsen er viktig for vår evne til selvstendig meningsdannelse, styrer perspektivbevegelsen vår evne til språklig meningsytring og personlig innlevelse, og selviakttagelsen vår evne til handlingsrefleksjon og det Hugo (1995, s. 160) kaller «kunnskapsinnforlivelse» – det at kunnskapen blir en del av vår selvforståelse.

Egenbevegelsens kunnskapsinnforlivelse (som jeg vil komme nærmere inn på senere) innebærer på samme måte som transformativ læring i Illeris' læringstopologi (2012) en forståelse av utdanning og læring som pen-

sumoverskridende menneskelig utvikling. Dersom læringen er av transformativ karakter, vil læringen forandre den lærende,

I boka *Læringspsykologi* defineres læring som endring – eller potensiell endring – i adferd, som følge av erfaring (Svartdal & Flaten, 1998). Læring kan altså grunnleggende sett beskrives som menneskelig utvikling som følge av møter med verden. Erfaringene lagres i hjernens ulike hukommelsessentre, og nevrofysiologisk forskning tyder på at innlæringen styrkes dersom flere deler av hjernen er involvert. Noen erfaringer medfører at hjernens overordnede skjemaorganisering må endres, og er dermed av identitetspregende, transformerende karakter (jmfør Illeris, 2012).

### 3.3 Læring som transformasjon

Når Knud Illeris (ibid.) tar til orde for at vi bør søke å utvikle en skole som fasiliterer transformativ læring, er det med utgangspunkt i en forståelse av at elevene ønsker å forme sin egen identitet. Både Tone Nergård (2003) og Camilla Schreiner (2008) er også inne på det samme når de diskuterer hvorfor jenter søker seg bort fra realfagene når de gjør utdanningsvalg. Schreiner skriver:

Ungdom velger utdanning blant annet ut fra interesser, og jenter og gutters interesser er forskjellige. [...] Skal jenter velge teknologi, må de synes det virker spennende. Da må faget vises fram i en sammenheng som vekker jenters oppmerksomhet, for eksempel teknologier for bedre medisinske behandlinger. (Schreiner, 2008, s. 7,25)

Schreiner hevder samtidig at dagens elever opplever realfagene som abstrakte og nerdete, og understreker at:

Det er nettopp denne dekontekstualiseringen som forbindes med det nerdete – det å studere et fenomen uten å reflektere over hvordan dette henger sammen med for eksempel etiske, filosofiske, politiske eller sosiale dimensjoner. [...] Nerden er ikke et moderne forbilde. (ibid., s. 12)

Den innflytelsesrike britiske sosiologen Anthony Giddens (1938-) beskriver i boken *Modernity and self-identity: self and society in the late modern age* om hvordan ungdommens hovedprosjekt i det senmoderne samfunnet er å definere sin egen identitet (Giddens, 1991). Utdanningsvalg, klær, musikk og venner blir i dette perspektivet bare relevante dersom de er egnet til å bygge opp under, eller utvikle, tenåringsens bilde av hvem han eller hun ønsker å være. Tilsvarende blir voksenpersoner, som lærere, interessante hvis og bare hvis de kan fungere som eksempler på «hvem jeg kan bli».

Begrepet transformativ læring ble i sin tid introdusert av den amerikanske sosiologen og voksenopplæringsreformatoren Jack Mezirow (1923-), som i 1978 tok til orde for at utdanningen i større grad bør ha som siktemål å skape mening i den lærendes tilværelse (Mezirow, 1991).

Knud Illeris (2012) definerer altså transformativ læring som identitetsendrende læring. Illeris knytter begrepet identitet til Erik Eriksons psykososiale utviklingsteori, hvor identiteten er å forstå som den grunnleggende personlighetsstrukturen som former et individs samspill med omverdenen. Men mens Erikson mente at vi

utvikler vår identitet i ungdommen og at den deretter stort sett forblir uforandret, understreker Illeris at identiteten alltid har utviklingspotensial. Selv om vi er mindre formbare etter hvert som vi blir eldre, blant annet fordi vi bygger opp det Illeris kaller et identitetsforsvar, så kan vi endre oss dersom tilværelsen krever det av oss eller dersom vi på annet vis motiveres sterkt nok. Som det står på omslaget av Illeris' bok: *Identiteten får karakter af en stadig balancering mellem personlig stabilitet og fleksibilitet*.

Merk at dette også er i tråd med Jean Laves definisjon av læring innenfor den situerte mesterlæretradisjonen:

[Læring er] et spørsmål om substansielle, identitets-  
endrende transformasjonsprosjekter, som bare kan  
gå for seg gjennom skiftende, partiell deltakelse i  
den sosiale praksis som finner sted (Lave, 1999, s.  
38).

Læringsutbyttet vil således ikke bare handle om hvilke kunnskaper og ferdigheter som kan demonstreres i en prøvesituasjon, men også om elevens verdensbilde og selvforståelse er blitt beriket eller forandret.

Noe av berettigelsen for bruk av utforskende arbeidsmetoder i naturfagundervisningen, hentes fra en kobling mellom faget, såkalte *autentiske læringssituasjoner*, og elevenes identitet (Meyer & Crawford, 2011). Tanken er at elevene gjennom å lære å arbeide seg inn i fenomener og problemstillinger med naturfaglige forskerbriller, skal etablere en form for naturviter-identitet. Dette må forgå gjennom en gradvis prosess med *fading scaffolding* (jmfør kapittel 2.3).

Begrepet praksisfellesskap (*communities of practice*) er sentralt innenfor situert læringsteori (Lave & Weng-

er, 1991). Eleven arbeider seg gradvis inn praksisfellesskapet gjennom *legitim perifer deltakelse*, og i denne prosessen er læreren – mesteren – en viktig rollemo-  
dell for sine elever. Denne posisjonen kan opplagt mis-  
brukes, men dette betyr ikke at læreren ikke skal søke å  
prege elevene. Den amerikanske miljø- og utdannings-  
forskeren Susan Strife (2010) hevder sågar at det er  
bortimot meningsløst å skulle undervise elever om  
verdens miljøutfordringer uten selv å mene noe om i  
sakens anledning.

Men læreren er også en essensiell brikke i elevenes  
øvrige læringsarbeid. John Hatties gigantiske meta-  
studie over internasjonal klasseromsforskning viste  
ikke overraskende, men med tydelig statistisk signifi-  
kans, at læreren er en av de aller viktigste enkeltfakto-  
rene som påvirker elevenes læringsutbytte (Hattie,  
2009). Etter at resultatene fra PISA-undersøkelsene for  
første gang tikket inn våren 2000, har norske utdan-  
ningspolitikere i økende grad vært opptatt av å se på  
hva vi strukturelt kan gjøre med landets utdanningssys-  
tem for å fremme bedre læringsutbytte (og høyere  
PISA-skår), og en av de tydeligste konklusjonene de har  
kommet til har vært å styrke lærernes kompetanse –  
som det fremgår i strategiplanene *Realfag, naturligvis*  
(UFD, 2005), *Et felles løft for realfagene*  
(Kunnskapsdepartementet, 2006) og *Realfag for fram-  
tida* (Kunnskapsdepartementet, 2010). Se til Finland!,  
sier de, og peker på at i Finland – som stadig skårer  
best blant de vestlige landene på disse testene – har  
alle lærere mastergrad.

Og lærerens kompetanse – både faglig og pedagogisk –  
er uten tvil av stor betydning. Samtidig er det ikke lære-

ren som er hovedpersonen her; læreren skal – utover det å formidle fagkunnskap – først og fremst legge til rette for at det som bor i eleven kommer til uttrykk. «Shakespeare ble ikke Shakespeare på grunn av engelsklæreren sin», som Aksel Hugo en gang sa til meg.

Å hevde at *motivasjon* er en viktig forutsetning og drivkraft i læringsarbeid, er neppe egnet til å skape verken overraskelse eller debatt. I mange sammenhenger er lærerens viktigste funksjon å være motivator for elevene. Men hva er egentlig motivasjon? Den amerikanske psykologen David McClelland (1917-1998) skriver i boken *The Achievement Motive* om hvordan mestringsmotivasjon styrer våre prestasjoner – både ønsket om å lykkes og frykten for å mislykkes (McClelland, 1953). Andrew Elliot og Marcy Church tar utgangspunkt i dette når de går inn i målorientering som motivasjonstilnærming, og beskriver tre ulike målkategorier – enten mestringsmål (eleven sier til seg selv: «det er viktigere for meg å forstå faget enn å få gode karakterer»), prestasjonstilnæringsmål (eleven tenker: «jeg ønsker å være en av de flinkeste i klassen») eller prestasjonsunngåelsesmål (eleven tenker: «jeg rekker aldri opp hånda i klassen, for da vil læreren oppdage hvor lite jeg kan») (Elliot & Church, 1997; Strandkleiv, 2006).

Ønsket om å mestre og å prestere er åpenbart en viktig kilde til motivasjon hos mange elever, og vi har fått innført et belønningssystem i skolen – karakterene – blant annet for å tydeliggjøre dette prestasjonselementet. Samtidig er det mange som mener at behavioristisk belønningspedagogikk er primitivt, og at vi må arbeide for en skole hvor elevene drives av indre motivasjon heller enn denne formen for ytre, instrumentell motiva-

sjon. Men som med så mye annet her i verden, er nok den gyldne middelvei et greit sted å havne – med en kombinasjon av indre og ytre motivasjonsfaktorer som til sammen driver oss fremover mot nye mål og ny erkjennelse.

De amerikanske psykologene Edward Deci og Richard Ryan definerer i sin selvbestemmelsesteori behovet for *selvbestemmelse* (autonomi) som ett av tre grunnleggende psykologiske behov som påvirker vår indre motivasjon – ved siden av behovet for *mestring* og behovet for *tilhørighet*. Deci og Ryan skiller mellom ulike former for ytre motivasjon, som varierer i graden av selvregulering, men understreker at dersom den indre motivasjonen mangler helt, så kan dette over tid ramme elevenes personlige utvikling (Deci, 1992; Deci & Ryan, 1985).

Målet må være at elevene gjennom undervisningen får klare bilder av hvilke meningsfulle bidrag hver og en av dem kan yte for å gjøre verden til et bedre sted, og vilje og dedikasjon til å forfølge disse fremtidsvisjonene. Slik vil de også kunne prege og forme sin identitet – bildet av hvem de er, og hva de skal utrette.

#### 3.4 Deltakelsens imperativ

The old education [is characterized by] its passivity of attitude, its mechanical massing of children, its uniformity of curriculum and method. It may be summed up by stating that the center of gravity is outside the child. It is in the teacher, the textbook, anywhere and everywhere you please except in the immediate instincts and activities of the child himself. [...] The change which is coming into our education is the shifting of the center of gravity. It is a change, a revolution, not unlike that introduced by

Copernicus when the astronomical center shifted from the earth to the sun. In this case the child becomes the sun about which the appliances of education evolve; he is the center about which they are organized. (Dewey, 1915/1961, s. 34)

Aksel Hugo (1995) definerer elevenes læring som en funksjon av deres deltakelse. Han skriver:

Den læring som foregår, vil til enhver tid være en funksjon av den form for egenaktivitet som foregår i den lærende (Hugo, 1995, s. 17).

Dette perspektivet har røtter i erfaringslæring, slik det beskrives av den amerikanske sosialpsykologen David Kolb (1939-). Kolb, som baserer sin modell på arbeidene til Dewey, Piaget og den tyskamerikanske psykologen Kurt Lewin (1890-1947), fremstiller erfaringslæringen som en dynamisk bevegelse fra den konkrete opplevelsen, via den assimilative refleksjon og begrepsdannelse, til den aktive eksperimentering og akkomodativ erkjennelse (Kolb, 1984).

Modellen til Kolb er videreutviklet i en sykliske modell for *relasjonell erfaringslæring* (Gjætterud, 2011; Krogh & Jolly, 2012), som også omfatter relasjonen mellom mennesker og oppgavene som utføres, og de egenbevegelsene som er involvert (se Figur 4 nedenfor). Her starter syklusen med en inntreden og dedikasjon i forhold til oppgaven, går videre til relasjonsdannelse og oppgaveløsning (med større eller mindre grad av mestring), derfra til bevisstgjøring og erkjennelse, som igjen gir en impuls til endring eller videreføring av løsningsstrategier. I sentrum for modellen står egenbevegelsene, som på forskjellig vis er involvert i de ulike stadiene av syklusen. Det er en dynamisk forbindelse, en

interaktivitet, i forholdet mellom de indre læringsprosessene og den ytre deltakelsen. Den praktiske erfaringstillegningen mobiliserer indre egenbevegelse, som igjen kan befrukte den videre oppgaveløsningen. Jeg mener det er mulig å knytte de forskjellige egenbevegelsene til et sett med *aktivitetsformer* som tydeligere beskriver på hvilken måte eleven deltar i læringsarbeidet. Disse vil jeg presentere i kapittel 3.6.

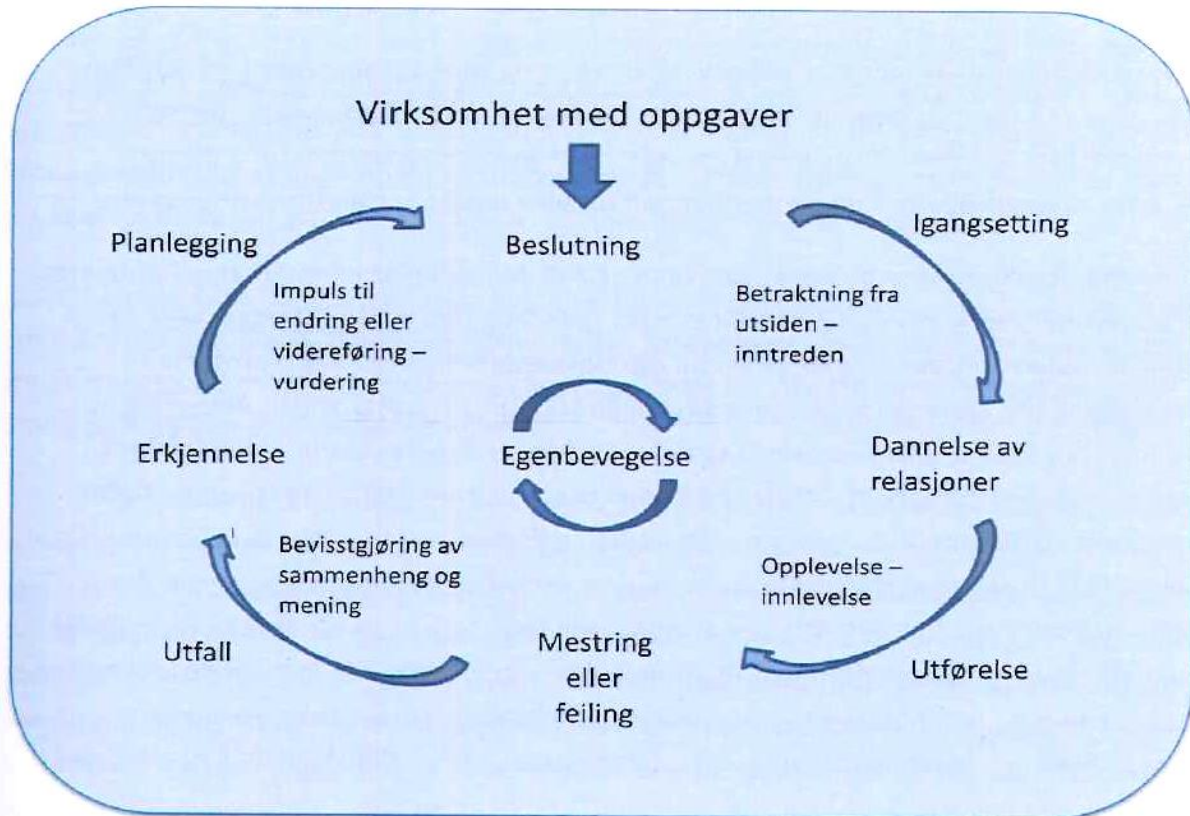
«Every experience is a moving force», skriver John Dewey (1938/1998, s. 38), og understreker at det finnes mange ulike måter vi kan delta på i en opplevelse. Tilsvarende anfører Jean Lave:

Læring kan forstås som ledd i subjekters skiftende deltakelse i bevegelse gjennom mange forskjellige kontekster i sin daglige tilværelse (Lave, 1999, s. 40 kursiv i originalen).

Men det er selvsagt ikke slik at alle opplevelser er like betydningsfulle. Hvilke deltakelsesformer som er mest produktive med tanke på læringsutbytte, vil avhenge av *hva* som skal læres, og *hvor* i læringsforløpet eleven befinner seg.

I et naturfagdidaktisk perspektiv, kan faglig deltakelse for eksempel defineres som «participation in scientific activities and learning practices with others, using scientific language and tools» (NRC, 2009b, s. 4). Nettopp dette med *praksis* (et begrep som må forstås som noe enda mer konkret enn *kompetanse*), står sentralt i rammeverket for de nye naturfaglæreplanene i USA. Her heter det:

Science is not just a body of knowledge that reflects current understanding of the world; it is also a set of



Figur 4. Modell for relasjonell erfaringslæring (Gj tterud, 2011, s. 117; Kragh & Jolly, 2013, s. 117).

practices used to establish, extend, and refine that knowledge. (NRC, 2015, s. 27)

Følgende  tte *Practices for K-12 Science Classrooms* defineres:

1. Asking questions (for science) and defining problems (for engineering)
2. Developing and using models
3. Planning and carrying out investigations
4. Analyzing and interpreting data
5. Using mathematics and computational thinking
6. Constructing explanations (for science) and designing solutions (for engineering)
7. Engaging in argument from evidence
8. Obtaining, evaluating and communicating information

(NRC, 2015, s. 42)

Dette er også sentrale kompetanser i utforskende arbeidsmetoder, som vi kan relatere til både *Forskerspieren* og flere andre hovedområder i v r naturfagl replan. Samtidig omfatter punktene bare et forholdsvis smalt utvalg av de mulighetene for deltakelse (og læring) som elever kan engasjeres i gjennom naturfagundervisningen.

Den svenske realfagsdidaktikeren Lars-Erik Bj rklund legger i sin doktorgradsavhandling *Från novis till expert* (2008) stor vekt på betydningen av de implisitte, ikke-deklarative hukommelsessystemene (j mf r Figur 3 i kapittel 3.2) i alt læringsarbeid:

De implicita minnena bygger helt på kontext och situation. De  r en utfallsstyrd, somatiskt mørkt, representation av sammanhanget så som den upplevs av v ra sinnen. F r att bygga upp den h r typen kun-

skap behøver vi få konkrete møten med virkligheten; demonstrasjoner, laborasjoner, fältstudier och studiebesök. Vi behøver se, känna, lukta, höra, smaka och uppleva med våra sinnen. (Björklund, 2008, s. 136)

Mange skoleforskere har som Björklund påpekt verdien av variert undervisning for å fremme læring. Klassisk forelesningsbasert undervisning innebærer bare et begrenset potensial for elevdeltakelse. Som jeg var inne på i kapittel 1 er det stadig flere som tar til orde for at vi i større grad bør ta i bruk alternative læringsarenaer i realfagsundervisningen for å legge til rette for mer variert deltakelse og læring.

Å betrakte læring som en funksjon av deltakelse, innebærer på mange måter å ta avstand fra det tradisjonelle transmissivistiske (Quale, 2007) synet på læring som noe nærmest stofflig som læreren gir til eleven. Den israelske realfagsdidaktikeren Anna Sfard (1998) advarer imidlertid i artikkelen *On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One* mot å helt og holdent forkaste det hun kaller *tilegnelsesmetaforen*

til fordel for *deltakelsesmetaforen*. Så lenge målene for læringen også knytter seg til abstrakte begreper og teorier, må det foregå tilegnelse og kunnskapsoverføring i tillegg til deltakelsen. Mens tilegnelsesmetaforen (*acquisition metaphor*) har et individfokus (som hos Piaget), har deltakelsesmetaforen (*participation metaphor*) et kollektivt fokus (som hos Vygotskij). Tabell 3 nedenfor viser Sfards sammenligning av de to metaforene. I Sfards utlegning er deltakelsesmetaforen sterkere forbundet med den yrkesdidaktiske mesterlærertradisjonen enn med realfaglæring. Selv om man legger inn elevdeltakelsen som et grunnpremiss, vil læring av realfag inneholde elementer av Sfards tilegnelsesmetafor innenfor alle de seks kategoriene i tabellen nedenfor. Og dette er jo også hennes hovedpoeng – man trenger ikke helt og holdent velge det ene perspektivet fremfor det andre.

Et kjernepunkt i erfaringslæringen er at vår kunnskap om verden grunnleggende sett har sin rot i vår aktive omgang med verden (Kolb, 1984). Dette perspektivet – som kan kalles et deltakelsens imperativ – innebærer

Tabell 3. Sammenligning av læringsmetaforer (etter Sfard, 1998, s. 7)

Kategori	Tilegnelsesmetafor	Deltakelsesmetafor
Læringsmål	Individuell berikelse	Lagbygging
Læring	Tilegnelse av noe	Å bli deltaker
Elev	Mottaker (forbruker), (gjen-)skaper	Perifer deltaker, lærling
Lærer	Tilbyder, tilrettelegger, formidler	Ekspert-deltaker, bevarer av praksis
Kunnskap, begrep	Eiendom, vare (individuell eller offentlig)	Aspekt ved praksis/aktivitet
Å kunne	Å ha, eie	Å tilhøre, delta, kommunisere

med andre ord at vi kan argumentere for at tilegnelsen er underordnet deltakelsen. I praktisk undervisnings-sammenheng blir imidlertid dette et blindspor; det er ikke slik at aktivitet fører til kunnskap. Elevene må – ved hjelp av ulike støttestrukturer – ledes inn i konstruktive læringsprosesser, som hjelper dem til å destillere, projisere og diskutere kunnskap fra aktivitetene.

Når læringsmålene knytter seg til sammensatte kompetanser (ikke bare kunnskaper som man kan tilegne seg, og ikke bare aktiviteter som man kan delta i), innebærer dette et behov for å kombinere de to læringsmetaforene. Under kyndig veiledning vil således ulike former for deltakelse kunne lede elevene inn i situasjoner der de tilegner seg et læringsutbytte som omfatter så vel nye kunnskaper, som ferdigheter, holdninger og kompetanser. Undervisningsplanleggingen handler både om å definere gode læringsmål, og om å finne frem til de mest konstruktive læringsaktivitetene som kan lede frem til disse målene.

Læring er altså endring – eller potensiell endring – i adferd, som følge av erfaring (Svartdal & Flaten, 1998). Det som endres kan være alt fra kunnskaper og ferdigheter, til holdninger og preferanser. Men dersom erfaringen leder til læring av transformativ karakter, betyr dette at den lærende vil møte nye erfaringer med et nytt fortolkningsapparat. Den lærende vil ha et nytt blikk på verden, og et nytt blikk på seg selv.

#### 3.5 Fem ulike deltakelsesdomener

Jeg vil her forklare hvorfor jeg har valgt å definere fem ulike deltakelsesdomener, som jeg vil bruke til å studere og kategorisere elevens læringsarbeid. Jeg vil også

relatere de fem domenenene til forskjellige teorier forbundet med erfaringslæring.

Ludvigsenutvalget tar til orde for at vi i fremtidens skole må legge til grunn et bredt kompetansebegrep, som omfatter både kognitive, praktiske, sosiale og emosjonelle sider ved elevenes læring:

Et bredt kompetansebegrep handler om å kunne løse oppgaver og møte utfordringer i ulike sammenhenger, og inkluderer både kognitive, praktiske, sosiale og emosjonelle sider ved elevenes læring. [...] Elevenes kompetanse utvikles i et samspill mellom faglige, sosiale og emosjonelle sider ved læringen. [...] Sosial og emosjonell læring kan bidra positivt til elevenes læringsresultater i skolen, [...] Det er sammenheng mellom elevenes sosiale og emosjonelle kompetanser og hvordan de lykkes senere i livet. (Ludvigsen et al., 2014, s. 8)

I kapittel 3.2 presenterte jeg nevrofysiologenes inndeling i fire adskilte hukommelsessystemer i hjernen (Squire, 2004), og disse omfattet kognitiv hukommelse, handlende hukommelse, perseptiv hukommelse og emosjonell hukommelse.

Det finnes mange ulike topologier jeg kunne lagt til grunn når jeg skal dele inn læringsaktiviteter i forskjellige deltakelsesdomener. Jeg har valgt å ta utgangspunkt i Squires kategorier, men skille mellom sosial og emosjonell deltakelse – slik også Ludvigsenutvalget gjør (jmfør sitatet ovenfor). Dette fordi disse to i mange situasjoner vil arte seg ganske forskjellig; det emosjonelle domenet er grunnleggende sett innadvendt, mens det sosiale domenet er utadvendt.



Slagordet *hands-on learning* – handlende deltakelse – attribueres ofte til Dewey, og knyttes gjerne til praktisk anlagte undervisningssituasjoner hvor elevene får bruke kroppen og hendene. I den elevsentrerte reformpedagogikken som utviklet seg på 1900-tallet ble det også lagt stor vekt på at elevene skulle få utfolde seg kroppslig – i tråd med teoriene til den franske filosofen Maurice Merleau-Ponty (1908-1961), som var opptatt av at utgangspunktet for erkjennelse og læring, er kroppslige erfaringer (2012). Forskning har også vist at det er en sammenheng mellom barns fysiske aktivitetsnivå og deres kognitive utvikling (Christiansen & Moser, 2002; Cratty, 1986; Kalliopuska & Karila, 1987).

Imidlertid feiltolkes John Dewey ofte når det gjelder vektleggingen av mest mulig praktisk aktivitet i undervisningen. Dewey advarte nemlig mot, som han skrev: «overemphasis upon activity as an end, instead of upon intelligent activity» (1938/1998, s. 69). Dette er det samme som Eleanor Duckworth og hennes kolleger tar til orde for i boken *Science Education: A Minds-On Approach for the Elementary Years* (Duckworth, Easley, Hawkins, & Henriques, 1990). Elevene skal veiledes og stimuleres til å reflektere over og bearbeide kognitivt det de gjør og opplever. Deltakelsen skal altså ikke bare omfatte kroppen og hendene (*hands-on learning*), men også hodet – *minds-on learning*, eller kognitiv deltakelse.

Samtidig: Når vi snakker om elevenes deltakelse i læringsituasjoner, er det ikke bare hånden og tanken som er involvert. Sansesystemet, som vi kanskje kan se for oss som et bindeledd mellom hånd og tanke, gir oss mange av de inntrykkene læringen er basert på. Betyd-

ningen av sanselig tilstedeværelse og oppmerksomhet løftes også frem av John Dewey:

The senses are the organ through which the live creature participates directly in the on-goings of the world about him. In this participation the varied wonder and splendor of this world are made actual for him in the qualities of experiences. This material cannot be opposed to action, for motor apparatus and "will" itself are the means by which this participation is carried on and directed. It cannot be opposed to "intellect," for mind is the means by which participation is rendered fruitful for sense; by which meanings and values are extracted, retained, and put to further service in the intercourse of the live creature with his surroundings. Experience is the result, the sign, and the reward of that interaction of organism and environment which, when it is carried to the full, is a transformation of interaction into participation and communication. (Dewey, 1934/2005, s. 22)

Vi kan med andre ord snakke om *hands-on, minds-on* og *senses-on learning* (perseptiv deltakelse) i samme åndedrag.

Videre understreker mange forskere, blant andre den portugisiske nevrobiologen Antonio Damasio (2006) og den britiske realfagsdidaktikeren Steve Alsop (2005), betydningen av elevenes følelsesmessige deltakelse i læringsarbeidet – altså *hearts-on learning*, emosjonell deltakelse, om du vil (se også Barrett, 2005; Bower, 1992; Leichtman, Ceci, & Ornstein, 1992; Reiss, 2005; Zembylas, 2004). Den australske skoleforskeren Christine Ingleton (1999) hevder at betydningen av elevenes følelser i læringsprosessen blir undervurdert, og at det er viktig at læringsarbeidet stimuleres av positive følel-

ser. Hun viser til at i skoleungdommens identitetsbyggingssprosjekt (jæmfør Giddens, 1997) er dynamikken mellom skam og stolthet av avgjørende betydning, og at skamfølelse hindrer læring mens følelse av stolthet fremmer den. Den amerikanske lærerutdanningsforskeren Jerry Rosiek (2003) anbefaler at lærere rammer inn lærestoffet i det han kaller *emotional scaffolding*<sup>9</sup> – analogier, metaforer og fortellinger som er egnet til å engasjere elevene følelsesmessig – men understreker samtidig at læreren må kjenne elevene godt for å kunne vite hvordan elevene vil reagere, og at reaksjonene vil være «extremely context dependent» (ibid., s. 411).

Det å skape god stemning i elevgruppa er også et spørsmål om sosial interaksjon og fellesskap. Innen den Vygotskij-inspirerte sosiokulturelle pedagogikken fokuseres det på dialog og samarbeid (Bruner, Aukrust, & Christensen, 1997; Dysthe, 1995). Samarbeidslæring (Hjertaker, 1984; Johnson, Johnson, Haugalækken, & Aakervik, 2006) er en prosessorientert arbeidsform, hvor elevene skal løse oppgaver inndelt i mindre grupper. Målet er at alle skal oppleve ansvar og en gjensidig, positiv avhengighet av hverandre. I innledningen til den generelle læreplanen står det:

Opplæringen må spore den enkelte til driftighet og til tett samvirke for felles mål. Den må lære elevene framferd som gjør det lettere for dem sammen å nå resultatene de sikter mot. Den må fremme demokrati, nasjonal identitet og internasjonal bevissthet. Den skal utvikle samhörighet med andre folk og mennes-

kenes felles livsmiljø, slik at vårt land blir et skapende medlem av verdenssamfunnet. (KUF, 1994, s. 5)

Denne sosiale deltakelsen (kan vi kalle det «*group-on learning*»?) utgjør et femte deltakelsesdomene, ved siden av handlende (*hands-on*), kognitiv (*minds-on*), perseptiv (*senses-on*) og emosjonell deltakelse (*hearts-on*). De fire første deltakelsesdomenene lar seg knytte til Squires gjennomgang av langtidshukommelsens ulike hukommelsesregistre (se Figur 3, kapittel 3.2). Som en skjematisk forenkling kan vi altså knytte *kognitiv* hukommelse til tinninglappen og mellomhjernen, *handlende* hukommelse til det stripete legemet og lillehjernen, *perseptiv* hukommelse til hjernebarken og *emosjonell* hukommelse til amygdala og det limbiske system. Noe slikt som *sosial* hukommelse er det vanskeligere å kategorisere, men deltakelse i sosiale sammenhenger vil ofte være knyttet til flere av de øvrige hukommelsesregistrene (og kanskje særlig det emosjonelle). I en læringssituasjon med flere elever til stede, kommer likevel den sosiale deltakelsen tydelig til uttrykk, og dette deltakelsesdomenet kan en viktig katalysator for andre typer deltakelse.

Deltakelsesdomenene jeg vil referere til i analysene av læringssituasjoner i mine to caser er altså:

- Persepsjon
- Kognisjon
- Emosjon
- Sosialisering
- Handling

<sup>9</sup> «Teachers' pedagogical use of analogies, metaphors, and narratives to influence students' emotional response to specific aspects of the subject matter in a way that promotes student learning» (Rosiek, 2003, p. 402).

### 3.6 Egenbevegelsens aktivitetsformer

I kapittel 3.2 brakte jeg på banen Aksel Hugos *egenbevegelsesteori* (Hugo, 1995). Hugos epistemologi innebærer at læring handler om at *noe settes i gang* i den lærende, og han beskriver altså tre forskjellige typer indre prosesser som kan foregå i den lærende. Han kaller altså disse egenbevegelsesformene for henholdsvis *oppmerksomhetsbevegelse*, *perspektivbevegelse* og *selviakttagelse*. Den første kommer som resultat av møter med verdens fenomener, den andre av møter med andre mennesker, og den tredje møter med oss selv og vår egen væren. Oppmerksomhetsbevegelsen er altså viktig for vår evne til selvstendig meningsdanning, perspektivbevegelsen for språklig meningsytring og personlig innlevelse, og selviakttagelsen for vår evne til handlingsrefleksjon og det Hugo kaller «kunnskapsinnforlivelse» (1995, s. 160).

Jeg har i arbeidet med doktorgraden hatt mange samtaler med Aksel Hugo om hvordan disse egenbevegelsene på forskjellig vis konkret kan komme til uttrykk, og hvordan de ulike uttrykkene best kan kategoriseres med utgangspunkt i de fem deltakelsesdomenene. Vi har lett etter gode, generiske begreper som beskriver ulike kvaliteter som kan aktiveres og øves opp hos den lærende. Ambisjonen har vært å lage et begrepsapparat som samlet kan beskrive alle mulige læringsfremmende måter å delta på i en undervisningssituasjon – i henhold til blant annet teoriene om erfaringslæring (Kolb, 1984) og relasjonell erfaringslæring (Gjølterud, 2011; Krogh & Jolly, 2012). Jeg har i analysen av casene mine testet ut mange ulike begreper, og har endt opp med 15 kate-

gorier – *aktivitetsformer*; en for hver av egenbevegelsene innenfor hvert deltakelsesdomene.

Alle aktivitetsformene er formulert som substantiver (to av dem modifisert med et adjektiv). I utgangspunktet var jeg på jakt etter begreper i verb-form, ettersom de skulle peke på aktiviteter. Men jeg fant at i enkelte tilfeller, særlig innenfor selviakttagende egenbevegelse, var det vanskelig å beskrive aktivitetens komplekse refleksive karakter på en god måte med verb. For enhetens skyld valgte jeg derfor å formulere alle i substantiv-form.

I det følgende vil jeg ta for meg hvordan de 15 aktivitetsformene (markert med fet skrift) forholder seg til de fem deltakelsesdomenene og de tre egenbevegelsesformene. Jeg vil eksemplifisere begrepene ved å referere til en tenkt læringssituasjon der en elev skyter opp en vannrakett (en etter hvert klassisk øvelse i norsk naturfagundervisning).

#### 1. Persepsjon

- a. Oppmerksomhetsbevegelse: **lakttagelse**. Omfatter ikke bare synet, men alle former for oppmerksomhetsbevegende persepsjon – all aktiv og fokusert bruk av sansene. [Eksempel: Eleven følger nøye med på hvordan lufta presses inn i flasken via luftbobler i vannet, og merker at det blir tyngre og tyngre å pumpe helt til ventilen løsner med et smell og vannet spruter ut bak mens raketten stiger raskt til værs, flyr avgårde og lander et godt stykke bortenfor. Eleven bruker sansene for å danne seg en første oppfatning av hva som skjer.]

- b. Perspektivbevegelse: **Formidling**. Omfatter både kroppslig, muntlig og skriftlig kommunikasjon mellom mennesker, men også den kontinuerlige (og ikke alltid synlige) prosessen hvor igjennom begreper utvikles og systematiseres i den lærende. [Eksempel: Eleven noterer observasjonene detaljert ned i loggboka si, og diskuterer disse med medelever og læreren. Eleven setter ord på hva han har erfart, og bearbeider erfaringen skriftlig og i dialog med andre.]
  - c. Selviakttakelse: **Sansebevissthet**. Knytter seg til det å utvikle en fortrolighet med og forståelse av ditt eget vindu mot verden og deg selv – sanseapparatet – og hvordan dette kan utnyttes. [Eksempel: Eleven reflekterer over hvor nøyaktig han kan registrere trykket i flasken. Vil han kunne si om trykket i ei flaske er høyere enn i den neste bare ved å kjenne på motstanden i pumpa? Og hvor nøyaktig greier han visuelt å kartlegge raketts bane? Eleven stiller spørsmål ved og reflekterer over sine egne sanseerfaringer.]
2. Kognisjon
- a. Oppmerksomhetsbevegelse: **Tenkning**. Omfatter abstrahering, logiske resonnementer og matematiske operasjoner. [Eksempel: Hva vil være den optimale utskytningsvinkelen dersom raketten skal lande lengst mulig unna utskytningspunktet? Luftmotstand må tas med i betraktningen, og også varigheten til vannets skyvekraft. Eleven resonnerer logisk, og knytter sammen teori han er blitt presentert for.]
  - b. Perspektivbevegelse: **Perspektivering**. Relaterer seg til utvikling av ulike scenarier i problemløsning, samt analytisk og syntetisk argumentasjon. [Eksempel: Hvordan ville raketten se ut dersom man skulle tegne den i 2D fra forskjellige synsvinkler? Eleven kombinerer sine visuelle observasjoner, og foretar mentale romlige perspektivbytter.]
  - c. Selviakttakelse: **Kritisk tenkning**. Handler om å vurdere scenarier, forstå hvordan elementer avhenger av hverandre i en større sammenheng, og på bakgrunn av dette evne å fatte beslutninger. [Eksempel: Ville raketten få en lengre bane dersom trykket før utskytingen var mye høyere, slik at vannets skyvekraft raskere tok slutt? Eller måter flaskeformen så mye luftmotstand at det er en fordel med skyvekraft i størst mulig del av flukten? Eleven har opparbeidet seg en innsikt i og forståelse av fenomenet som setter ham i stand til å anvende det han har lært til å reflektere over og ta stilling til tilstøtende problemstillinger.]
3. Emosjon
- a. Oppmerksomhetsbevegelse: **Følelse**. Du deltar med følelser når du blir sint, glad, rørt, oppglødd, redd, eller på andre måter følelsesmessig engasjert. [Eksempel: Eleven kjenner mestingsfølelse, og er glad og oppglødd over å se hvor høyt raketten han skyter opp faktisk går. Rakettoppskytingen treffer ham følelsesmessig.]
  - b. Perspektivbevegelse: **Innlevelse**. Innlevende deltakelse handler om å vise empati, medfølelse

se og hengivenhet. [Eksempel: Eleven følger åndeløst med når en medelev holder på å pumpe luft inn i sin flaskerakett, og lever seg helt inn i følelsen av skrekkblandet fryd som utskyteren føler når han venter på at raketten skal gå av. Eleven engasjerer seg emosjonelt i medelevens opplevelse.]

- c. Selviakttagelse: **Selvfølelse**. Dersom selvfølelsen er involvert, setter du din egen identitet på spill; deltakelsen din er svært dedikert, og av en slik art at den kan forandre hvordan du ser på deg selv. [Eksempel: En elev som alltid har syntes naturfag var vanskelig prøver seg frem hjemme med kjegleformede neser på raketten, styrefinner og flytting av tyngdepunktet. Etter justeringene flyr raketten mye pene- re, og lengre. Eleven viser dette til klassen og læreren dagen etter, og kjenner (for første gang) trygghet og glede i møte med faget. Eleven opplever mestringsfølelse og stolthet, og dette bidrar til å styrke hans selvfølelse.]

#### 4. Sosialisering

- a. Oppmerksomhetsbevegelse: **Aksept**. Handler om å tre inn i et fellesskap og bygge relasjoner til andre deltakere i fellesskapet. [Eksempel: Klassen blir delt inn i grupper som skal jobbe med å gjøre justeringer på raket- tene. Eleven setter seg sammen andre i sin gruppe, og alle deltar i utførelsen av oppga- ven.]
- b. Perspektivbevegelse: **Samspill**. Det som fore- går når du aktivt interagerer sosialt med andre, og dere sammen kommer frem til enig-

het og spilleregler som tilgodeser hverandres behov. [Eksempel: Grappa blir enig om hvilke justeringer som skal gjøres på raketten, og fordeler oppgaver seg imellom. Eleven opple- ver at både han og medelevene kommer til or- de og får bidra i grappa, og de greier i felles- skap å løse oppgaven.]

- c. Selviaktakelse: **Tilhørighet**. Dette kan du opp- leve etter gjentatte ganger å ha blitt vist ak- sept og tillit fra de andre deltakerne i felles- skapet, understøttet av gode erfaringer med konstruktivt samspill. [Eksempel: Alle i grup- pen arbeider dedikert med sine ansvarsområ- der, men konsulterer og hjelper hverandre underveis i arbeidet med raketten. De har det hyggelig sammen og er stolte over hverandre og det sluttproduktet de sammen ender opp med. Eleven opplever at han er en viktig bi- dragsyter i grappa, som blir lyttet til og nyter anerkjennelse hos de andre. Gruppearbeidet bidrar til at han føler seg som del av et faglig og sosialt fellesskap.]

#### 5. Handling

- a. Oppmerksomhetsbevegelse: **Vilje**. Peker på den konstruktive intensjonen og rettetheten som må ligge til grunn for bevisst handling. [Eksempel: Eleven arbeider dedikert med sine tildelte arbeidsoppgaver på raketten. Han har som mål å løse oppgaven i henhold til de opp- gitte kriteriene før timen er omme.]
- b. Perspektivbevegelse: **Samarbeid**. Knytter seg til det å finne frem til løsninger på praktiske utfordringer sammen med andre, og det å sø-

ke å utfylle hverandre slik at gruppa som arbeidsenhet fungerer optimalt. [Eksempel: I gruppa hjelper de hverandre med å finne praktiske design- og håndverkløsninger underveis i arbeidet med raketten. Eleven deler med de andre når han finner gode løsninger, og får hjelp når han står fast.]

- c. Selviakttakelse: **Bevisst øving**. Handler om å gå inn i en prosess der du aktivt vurderer din egen praksis og systematisk leter etter forbedringspotensialer. [Eksempel: Eleven som prøvde seg frem hjemme med modifikasjoner av raketten, ble veldig inspirert av opplevelsen. Han og tre medelever bestemmer seg for å gjøre det de kan for å systematisk videreutvikle de forsøkene og demonstrasjonene naturfaglæreren gjør med dem. De vil møtes en gang i måneden og ansvaret for å presentere et forsøk går på omgang. Eleven har fått øynene opp for at faget er spennende, og vil arbeide dedikert for å videreutvikle sin fagkompetanse.]

Noen av substantivene (for eksempel sansebevissthet og aksept) må kunne betegnes som tilstander eller erfaringskvaliteter snarere enn aktiviteter. Disse 15 aktivitetsformene representerer likevel ulike former for deltakelse, som i kombinasjon med hverandre vil kunne lede til et mangfold av læringsmål. Jeg har brukt aktivitetsformene i det analyseverktøyet som jeg har kalt Deltakelsesmatrisen, som jeg presenterer i kapittel 5.3.2.

### 3.7 Åpenbaringsbegrepet

Ordet *åpenbaring*, som jeg bruker i tittelen til denne avhandlingen, vil sikkert vekke mange assosiasjoner hos deg som leser. Ordboka mi anfører følgende:

**åpenbare** v2 (norr opinbera, fra lty) **1** vise fram, gjøre kjent el. synlig, å~ sine pedagogiske evner / refl: å~ seg som en god pedagog **2** gjøre kjent på overnaturlig vis det som er åpenbart i evangeliene / refl: Bibelen forteller at en engel åpenbarte seg for henne

**åpenbaring** fl el. ml (etter ty. *Offenbarung*) **1** det å vise(s) eller åpenbare(s), særlig på overnaturlig vis i religiøs forbindelse *å~en av sannheten* **2** noe som vises el. åpenbares, syn, visjon *ha en å~ av en helgen* **3** meddelelse som mennesket får fra en høyere makt *få en å~ fra Gud / Johannes' å~* apokalyptisk skrift i Det nye testamente

("Bokmålsordboka," 1986, s. 695)

Den etymologiske opprinnelsen er altså i lavtysk (og videre norrønt) og tysk, og vi ser at ordbokdefinisjonen ganske raskt kommer inn på Bibelens anvendelser av ordet. Imidlertid viser starten av oppleksingen for både verbet og substantivet til en mer allmenn fortolkning, nemlig det å bringe noe frem i lyset for å gjøre det erfarbart. Og dette peker direkte til kjernen i didaktikken og lærerens virke (som jo også ordbokas første eksempelformulering tangerer) – og til kjernen i dette forskningsarbeidet.

Samtidig er det også mulig å relatere flere av de religiøse konnotasjonene ovenfor til den realfagsdidaktiske konteksten jeg skriver i. Læringsopplevelser kan bære i seg kvaliteter som berører det magiske og det religiøse.

se. Jeg tenker på Eleanor Duckworths beskrivelser av aha-opplevelser og «the having of wonderful ideas» (Duckworth, 1987). Jeg tenker på mine egne møter med elever, som på ett eller annet tidspunkt (ofte vet jeg ikke helt når) fikk tent et eget, glødende lys i blikket og med en helt ny, livsomfavnende vitalitet tar fatt på en oppgave. Jeg tenker på det Anne Bamford kaller «wow-faktoren» i estetisk orientert undervisning (Bamford, 2008), og på mine første møter med fenomenologisk, estetisert naturfagundervisning i lektorutdanningen min. Blant annet husker jeg veldig godt da Aksel Hugo foreleste for oss med utgangspunkt i Michael Faradays *The Chemical History of a Candle* fra 1861 (Faraday & Crookes, 1908), og også Aksels visuelle utlegninger av tema som kalkens dannelseshistorie, karbonets kretsløp og øyets virkemåte i møte med fysikkens optikk. Dette utgjorde for meg didaktiske åpenbaringserfaringer, som fikk meg til å se på lærergjerningens muligheter med nye øyne, og som har preget meg både som menneske og pedagog.

Åpenbaringserfaringer kan med andre ord fungere som katalysatorer for transformativ læring. Ordet transformere (lat. *trans* over, hinsides + *formare* forme, skape) betyr å omskape eller forvandle. Det som omskapes i transformativ læring er den lærendes identitet (Illeris, 2013). Det betyr selvsagt ikke at man fra en dag til den neste fullstendig endrer verken personlighet, adferd eller selvbilde. Det som blir tilgjengelig gjennom en transformativ overskridelse er snarere sider ved en selv som har ligget der latent, men som man ikke har vært bevisst eller hatt tilgang til.

Dette å avdekke noe som har vært skjult for oss, leder meg til Edvin Østergaards beskrivelser av komposisjon og kreativt arbeid, hvor han med henvisning til Heideggers epistemologi understreker betydningen av det underbevisste:

Heidegger (1927/1960, s. 33) peker på at det greske begrepet for sannhet, *a-lêtheia*, betegner det som er brakt frem fra glemselen og gjort utilslørt eller uskjult, "unverborgen". Vi bærer med oss noe som ligger godt gjemt i hemmelige rom, men som – til rett tid, på rett sted – kan bli hentet frem. (Østergaard, 2004, s. 97-98)

Den tyske filosofen Edmund Husserl (1859-1938) benevnes ofte som fenomenologien far. Husserl, som hadde bakgrunn i matematikk og logikk, ønsket å bidra til å vitenskapeliggjøre filosofien – som på 1800-tallet var blitt «et friområde for meninger og verdensanskuelser [...] mer på linje med religion og kunst enn streng vitenskap» (Østergaard, 1998, s. 11). Han var opptatt av å søke å la fenomenet selv (*die Sachen selbst*) tale til oss, og beskrive det som kommer oss i møte så forutsetningsløst som mulig, før vi danner oss meninger, teorier og tolkninger.

Prosessen med å ta inn over deg dette som kommer deg i møte, vil som regel ta noe tid. Selv om åpenbaringen i seg selv kan fortone seg som en øyeblikks erfaring, vil den *transformerende overskridelsen* vanligvis kreve både forberedelser og bearbeiding. Da Albert Einstein i 1905 formulerte sin spesielle relativitetsteori hadde han jobbet med den i syv år, men han beskriver likevel oppdagelsen som noe plutselig:

Nach siebenjährigem vergeblichen Nachdenken 1898 bis 1905 kam mir plötzlich die Lösung (Einstein, 1924).<sup>10</sup>

1905 omtales ofte som Einsteins *annus mirabilis*, mirakelår. I løpet av dette året publiserte han ikke mindre enn fire artikler i det anerkjente vitenskapelige tidskriftet *Annalen der Physik*, som alle fire gav viktige bidrag til utviklingen av det moderne fysikkfaget, og som blant annet endret vårt syn på grunnleggende begreper som tid, rom, masse og energi. Einsteins åpenbaringsopplevelser – som altså kom «plutselig» til ham i 1905 – innebar så definitivt transformerende overskridelse. Men åpenbaringen kom ikke bare som et øyeblikks aha-opplevelse, og ei heller utelukkende som frukt av lang tids hardt arbeid. Begge deler må til for at transformativ læring skal finne sted.

Dette doble perspektivet må vi bibeholde dersom vi som lærere skal legge til rette for åpenbaringsopplevelser og transformativ læring hos våre realfagselever. På den ene siden kan vi planlegge for at deltakelsen deres i undervisningen foregå innenfor alle de fem deltakelsesdomenene (handlende, kognitivt, perseptivt, emosjonelt og sosialt). Videre må deltakelsen fordypes gjennom egenbevegende bearbeiding som kan lede til selviakttagelse og transformasjon. Læringsrommet, som altså omfatter både det fysiske rommet med dets attributter, menneskene i rommet og de aktivitetene som utføres, må utformes slik at det stimulerer og rammer inn læringsprosessen med produktiv dynamikk og estetisk

variasjon. Samtidig forutsetter den transformerende overskridelsen at elevenes deltakelse fordypes gjennom egenbevegende bearbeiding som er så intens og skjellsettende at den lager et tydelig, varig avtrykk på deres identitet og verdensanskuelse. Hvorvidt, når, og eventuelt innenfor hvilke deltakelsesdomener dette vil inntreffe, vil variere fra elev til elev, og er vanskelig å forutsi. Det vil ikke en gang alltid være mulig å se det når det foregår. Vi må ikke desto mindre ta sikte på å skape læringsrom som er så mangfoldige og varierte at så mange som mulig av elevene får åpenbaringserfaringer som leder til slike transformative overskridelser i læringsprosessen. Læringsrom med disse kvalitetene har jeg valgt å gi betegnelsen *åpenbaringsrom*.

---

<sup>10</sup> Gjengitt hos Østergaard: «After seven years of vainly pondering, from 1898 to 1905, the solution suddenly came to me» (2006, s. 268).



## 4. Avhandlingens rammeverk

Jeg vil nå oppsummere de to foregående kapitlene, og koble disse til forskningsspørsmålet mitt.

I kapittel 2 har jeg presentert et læringsrombegrep som kobler sammen det fysiske, ytre rommet og det indre opplevelsesrommet. Undervisningsdesign handler om å bruke begge disse elementene bevisst, for å fremme læring. Alternative læringsarenaer representerer fysiske rom som er forskjellige fra skolens klasserom, men dette innebærer videre at de representerer muligheten for å utvikle opplevelsesrom som også er forskjellige fra klasseromsopplevelsene. Enhver læringsarena er altså et mulighetsrom – et *affordance space* (Achiam, May, & Marandino, 2014) – som er kombinasjonen av det indre mulighetsrommet som den lærende bærer med seg, og det ytre mulighetsrommet for interaksjon mellom den/de lærende og læringsarenaen. Et undervisningsopplegg vil videre omfatte ulike strukturerende grep og elementer – støttestrukturer (Wood et al., 1976) – som skal hjelpe elevene i læringsprosessen. Graden av struktur og spillerom bør varieres gjennom økta (Bjønness, 2014), for å holde elevene innenfor den motivasjonsmessige flytsonen (Csikszentmihalyi, 2008). Økt struktur vil innebære konvergens i læringsrommet, mens økt spillerom vil innebære divergens.

Alternative læringsarenaer kan representere unike mulighetsrom for realfagundervisningen. De kan bidra til å gjøre undervisningen mer variert og styrke opplevelsen av relevans for elevene (Braund & Reiss, 2006;

Frøyland, 2010). Jeg vil i denne studien se spesielt på to læringsarenaer med kvaliteter som skiller seg markant fra det ordinære klasserommet. Jeg kaller disse kvalitetene *iscenesettelse* og *autensitet*.

I kapittel 3 har jeg presentert et læringsteoretisk ståsted som omfatter både erfaringslæring (Kolb, 1984), kognitiv konstruktivisme (Piaget, 1958) og sosiokulturell teori (Vygotskij, 1934/1982). Jeg har løftet frem egenbevegelsesteorien (Hugo, 1995), som sier at læring og kunnskap kan betraktes som resultat av tre vesensforskjellige møter: møtet med verdens fenomener (oppmerksomhetsbevegelsen), møtet med andre mennesker (perspektivbevegelsen) og møtet med oss selv og vår egen væren (selviakttagelsen).

Som et grunnpremiss anfører jeg at hvor mye eleven lærer først og fremst avhenger av hvor deltakende han eller hun er i læringsarbeidet; læring er en funksjon av deltakelse. Jeg viser videre til nevrofysiologisk forskning som tyder på at hjernen lagrer ulike typer erfaringer i forskjellige hukommelsesregistre – et register for kognitiv hukommelse, et for handlende hukommelse, et for perseptiv hukommelse og et for emosjonell hukommelse (Squire, 2004). Alle opplevelser kodes altså inn i de respektive registrene ut fra hva slags deltakelse som har funnet sted. Jo flere registre som er involvert, dess flere innkodinger vil det være. Hver gang vi henter frem et minne – via assosiasjoner eller bevisst bearbeiding – blir minnet kodet inn på nytt. For hver nye innkoding forsterkes minnet, og når et minne er koblet

til mange registre vil denne gjeninnkodingseffekten multipliseres. Jeg finner i dette støtte for å hevde at opplevelser som involverer mange forskjellige former for deltakelse, lettere vil feste seg i hukommelsen.

Jeg har delt inn i fem ulike deltakelsesdomener, med utgangspunkt i Squires hukommelsestopologi: persepsjon, kognisjon, emosjon, sosialisering og handling (jeg har altså skilt ut sosial deltakelse som et eget domene). Innenfor hvert av disse domene har jeg sett på hvordan ulike aktiviteter kan tilordnes hver av de tre egenbevegelsesformene. Dette har gitt en liste med til sammen 15 begreper – *aktivitetsformer* – som kan brukes til å karakterisere ulike læringssituasjoner.

Innledningsvis har jeg poengtert at jeg ikke bare er opptatt av at elevene skal huske det de har lært; jeg ønsker også at elevene skal kunne bruke faget til å utvikle seg som mennesker. Jeg løfter frem teorier om transformativ læring (Illeris, 2012; Mezirow, 1991) – læring som har kraft til å endre den lærendes identitet. Dette kobler jeg til begrepet *kunnskapsinnforlivelse* i egenbevegelsesteorien – det at kunnskapen blir en del av vår selvforståelse (Hugo, 1995). Jeg ønsker også å at elevene skal oppleve at de kan bruke faget til å gå inn i sin tid og forandre verden. Dette er et dannelsesmål som jeg forbinder med det som kalles utdanning for bærekraftig utvikling, UBU (ECE, 2011). Begge disse perspektivene – både selvutviklingsperspektivet og handlingsperspektivet – kan innlemmes i læringsmål for naturfagundervisningen, sammen med tradisjonelle kunnskaps- og ferdighetsmål.

I kapittel 1.1.2 presenterte jeg Forskningsspørsmålet til dette prosjektet. Spørsmålet var altså hvordan man kan

forstå samspillet mellom læringsrom og læringsprosess på alternative arenaer for realfagsundervisning. For å møte hovedspørsmålet, har jeg strukturert arbeidet mitt i henhold til følgende delspørsmål:

1. Utvikling av et analyseverktøy:
  - a. Hvordan kan ulike former for elevdeltakelse kategoriseres og tolkes?
  - b. Hvordan kan ulike læringsrom og læringssituasjoner kategoriseres og tolkes?
2. Analyse av to alternative læringsarenaer:
  - a. Hvordan kan *autentiske læringsrom* påvirke elevenes deltakelse i læringsprosessen?
  - b. Hvordan kan *iscenesatte læringsrom* påvirke elevenes deltakelse i læringsprosessen?
3. Relasjonen mellom rom og prosess:
  - a. Hvordan kan ulike faser i undervisningen formes gjennom bruk av ulike læringsrom?
  - b. Hvordan kan det fysiske rommet designes for å fremme elevdeltakelse i ulike faser av læringsprosessen?
4. Transformativ læring
  - a. Hvordan kan undervisningen struktureres på en måte som fremmer transformativ læring?
  - b. På hvilken måte kan alternative læringsarenaer bidra til transformativ læring?

Dette rammeverket har vært gjenstand for et utall revisjoner siden jeg tok fatt på prosjektet i august 2010. Spørsmålene ovenfor kan derved betraktes både som

en form for *essens* av arbeidet, og som en *guide* til den videre lesningen av avhandlingen.



# del 3

## presentasjon av studien

## 5. Studiens metodologi

### 5.1 Metoder som svarer til forskningsspørsmålet

Casestudien er en forskningstradisjon som har sine røtter innen fagfelt som etnologi, antropologi og psykologi. De siste par tiårene har imidlertid caseforskning blitt stadig vanligere også i miljøer der man tidligere har vært mer orientert mot store spørreundersøkelser – så som innen utdanningsforskning. Den amerikanske voksenopplæringsforskeren Sharan Merriam skriver til og med:

Case study is a particularly appealing design for applied fields of study such as education. Educational processes, problems, and programs can be examined to bring about understanding that in turn can affect and perhaps even improve practice. Case study has proven particularly useful for studying educational innovations, for evaluating programs and for informing policy. (Merriam, 1998, s. 41)

I tradisjonelle spørreundersøkelser er utvalgets representativitet en ufravikelig betingelse. Dette gjelder på et vis også i casestudier, men her ser man ikke etter representativitet i forhold til en populasjon, men snarere i forhold til forskningsspørsmålet. Det er dette Robert Yin (2009) kaller «analytisk generalisering» (til forskjell fra statistisk generalisering). Colin Robson understreker dessuten i den samfunnsvitenskapelige metodegrunnboken *Real World Research* at forskningsspørsmålet må henge sammen med formålet for studien (2002, s. 59-). Dette er jo rimelig. Robson lister opp fire slike formålscategorier: Studien kan være *utforskende*

(«exploratory»), *deskriptiv* («descriptive»), *forklarende* («explanatory») eller *frigjørende* («emancipatory»). Robson argumenterer for at det å sette opp et skille mellom «kvalitativ» og «kvantitativ» forskning er metodisk begrensende, fordi mye moderne samfunnsforskning støtter seg til både kvalitative og kvantitative data. Robson bruker heller begrepene *fleksibel design* og *fast design*, som han mener i større grad sier noe om hva som egentlig ligger i den «kvalitative» og den «kvantitative» forskningstradisjonen. Som Robson påpeker: Selv det mest tallknusende surveyprosjekt vil innebære elementer av «kvalitativ» forskning – om det nå dreier seg om formulering av spørsmål til et spørreskjema eller bearbeiding av de statistiske resultatene.

Uten å uttale meg om *kvaliteten*, kan jeg omsvøppløst fastslå at denne avhandlingen er rendyrket *kvalitativ* – både hva gjelder avhandlingens form og empirien den tar utgangspunkt i. Jeg synes likevel Robsons begrep *fleksibel design* kan brukes for å si noe viktig om måten jeg har jobbet på. Prosjektet er nemlig å betrakte som en blanding av to ulike forskningstradisjoner – *caseforskning* (Merriam, 1998; Stake, 2000; Yin, 2009), hvor forskeren er en observatør til det som skal forskes på, og *aksjonsforskning* (Carr & Kemmis, 1986; McNiff, 2013; Noffke & Somekh, 2010), hvor forskeren er en aktør i det som skal forskes på. Den kvalitative empirien jeg baserer meg på (observasjoner, intervjuer og nedtegnelser av egne erfaringer), bruker jeg ikke primært for å beskrive den setting empirien er hentet ut fra – men snarere for å belyse et tema. Det utforskende er altså

viktigere enn det deskriptive og forklarende i denne studien.

Mitt forskningsspørsmål er først og fremst av utforskende karakter – jeg søker å utforske sammenhengen mellom læringsrom og læringsprosess i ekskursjonsbasert realfagundervisning. Samtidig innebærer formuleringen «hvordan kan man forstå» også en åpning mot det deskriptive og forklarende – jeg skal gjennom studien finne og løfte frem eksempler som kan bidra til å belyse de problemstillingene og sammenhengene som forskningsspørsmålene mine adresserer. Jeg har problemer med å betrakte doktorgradsarbeidet mitt som et frigjøringsprosjekt, men prosjektet har like fullt utgangspunkt i en *agenda*. Jeg bærer nemlig på et selvhøytidelig ønske og håp om å, gjennom dette arbeidet, bidra til å forbedre realfagsundervisningen i skolen. Slik sett rommer prosjektet mitt alle Robsons fire kategorier, men forskningsspørsmålet mitt er altså rettet mot det utforskende.

Robert Yin fremhever at caseforskning egner seg spesielt godt i utforskende studier med forskningsspørsmål av typen «hvordan» og «hvorfor» (Yin, 2009, s. 2). Jean McNiff understreker at aksjonsforskningens viktigste kjennetegn er at den gjennomføres av praktikere (McNiff, 2013), mens Colin Robson oppsummerer aksjonsforskning med stikkordene *involvering* og *forbedring* (Robson, 2002, s. 215). I mitt utforskende prosjekt søker jeg å forstå mer av sammenhengen mellom rom og prosess i undervisningen, men jeg er også en lærer som ønsker å utvikle min egen undervisning og samtidig bidra til at andre lærere kan gjøre det samme.

Forskningsspørsmålet mitt er ikke av kausal karakter – jeg søker ikke å føre bevis for at én bestemt type undervisning (for eksempel representert ved casene mine) fungerer bedre enn andre undervisningsformer, på generell basis. Men jeg forsøker å trenge inn i kjernen av de kvalitetene som casene mine representerer og de innsiktene de, gjennom intervjuer, observasjoner og egne refleksjoner, har ledet meg til. Samtidig ønsker jeg, på bakgrunn av disse to svært ulike casene, å si noe om hvordan alternative læringsarenaer generelt kan brukes og formes i naturfagundervisningen.

I kapittel II diskuterer jeg prinsipielle sider ved mitt metodevalg og de implikasjonene dette medfører. I det følgende vil jeg gjennomgå hvordan jeg har samlet inn og brukt data til prosjektet mitt.

### 5.2 Analyseenheter og innsamlede data

Det var da jeg våren 2013 satt og jobbet ved Norsk teknisk museum med revidering av undervisningsopplegget at det slo meg at Mind Gap er en i ekstrem grad *iscenesatt* læringsarena, og på sett og vis innebærer et ganske snevert perspektiv på alternative læringsarenaer. Og selv om en av metodeguruene innenfor caseforskning, Robert Yin, understreker verdien av det unike og det ekstreme i en case (1994, s. 39), så jeg at det å kontrastere det iscenesatte Mind Gap med helt andre typer alternative undervisningsarenaer ville være svært interessant. I stedet for å *forme* et læringsrom som alternativ til klasserommet kan man like gjerne *velge* et eksisterende rom; et rom som bærer autentiske kvaliteter som kan berike undervisningen. Jeg valgte meg Verkstedet i Vindmølleuka. Slik fikk jeg to prismen å

betrakte læringsrommet gjennom – iscenesettelsesprismet, og autentisitetsprismet.

Yin (2009, s. 29-) understreker viktigheten av å tydeliggjøre hva som er analyseenhetene (*units of analysis*) i en casestudie, for å fokusere analysen. Jeg har altså valgt to ulike rom – Teknisk Museums Mind Gap-utstilling og Vindmølleuka ved NMBUs Energilaboratorium – som caser for studien, men analyseenhetene er ikke disse rommene i seg selv. Det er de to *undervisningsoppleggene*, slik de utspilte seg både i disse lokalene og andre steder, som er studiens overordnede analyseenheter. Undervisningsoppleggene er arkitekttegningene for de *læringsrommene* som kan oppstå i møtet med elevene. I disse læringsrommene er læreren som person og rolleutøver en sentral figur, men lærerrollen er det mange som har studert før meg. Jeg har altså heller valgt å fokusere på de lærings-situasjonene læreren bereder grunnen for gjennom undervisningsopplegget. I tillegg har jeg i analysen lagt spesielt vekt på visse enkelt-situasjoner fra undervisningsoppleggene. Dette vil jeg komme tilbake til nedenfor.

Undervisningsoppleggene var ganske forskjellige. Vindmølleuka strakte seg over en hel uke, der jeg stort sett ledet alle aktiviteter med de 24 elevene fra mandag til torsdag, mens elevgruppene på fredag hver for seg presenterte arbeidet sitt for elever og lærere på skolen, eller ansatte og studenter på universitetet. Elevene hadde søkt om å få være med på uka, og fått permisjon fra ordinær undervisning. To lærere fra skolen var med gjennom mesteparten av uka. Til Mind Gap-utstillingen fulgte jeg først klasser fra to forskjellige skoler (Skole A og Skole B) som besøkte museet gjennom Den Kulturelle

Skolesekken (DKS). De gjennomførte et 45-90 minutter langt forarbeid i grupper på skolen én dag, de fikk neste dag en 40 minutter lang omvisning etterfulgt av oppgaveløsning og diskusjon i utstillingen, og undervisningsopplegget avsluttet med en 45 minutter lang oppsummeringssamtale tilbake igjen på skolen den tredje dagen. Jeg lagde så et nytt undervisningsopplegg til Mind Gap-utstillingen, og det er dette som ligger til grunn for mine analyser av Mind Gap-casen. Det er altså det reviderte undervisningsopplegget som er analyseenheten i Mind Gap-casen. Jeg beholdt grunnstrukturen fra museets opprinnelige opplegg, men gjorde forarbeidet til en plenumsaktivitet som også omfattet et rollespill, jeg skrev en ny guide til omviseren, og i etterarbeidet skulle elevene nå arbeide individuelt med å lage plakater om hva de hadde lært og opplevd. Jeg fulgte klasser fra tre nye skoler gjennom dette nye undervisningsopplegget (Skole C, Skole D og Skole E). Disse klassene var blitt rekruttert av museet gjennom annonsering i deres skolenettverk. Casene blir mer grundig presentert i kapittel 6 og kapittel 7.

De to casene er forskjellige som læringsrom, men de er også på mange måter asymmetriske metodologisk sett. Vindmølleuka gjennomførte jeg egentlig som et idealistisk tilleggsprosjekt ved siden av doktorgradsarbeidet mitt –riktig nok med utgangspunkt i doktorgradskurs og et paper jeg hadde skrevet sammen med min medstipendiat Kirsti Marie Jegstad (Jegstad & Nordal, 2012). At Jegstad valgte å samle inn data fra uka og følge den med et forskerblikk, har gjort det mulig for meg i ettertid å innlemme prosjektet som en case i min doktorgradsstudie.



Men like fullt: dataene er ikke samlet inn med utgangspunkt i mine forskningsspørsmål, og jeg har derfor måttet forkaste deler av materialet fra Jegstad i min analyse. Mind Gap, på den andre siden, ble valgt som case i henhold til en mer konvensjonell og lineær prosedyre, hvor jeg først gjorde meg kjent med casen, deretter planla datainnsamling, gjennomførte datainnsamlingen og så evaluerte resultatene. Deretter gikk jeg inn og forandret på undervisningsopplegget, og dersom dette hadde vært en intervensjonsstudie i retning av

designbasert forskning (Sandoval & Bell, 2004), ville mitt hovedfokus vært på hvilken effekt min inngripen hadde. For å fokusere analysen min besluttet jeg likevel å fokusere på den andre runden i Mind Gap som case. Da blir også min rolle i de to casene noe mer lik – selv om jeg fortsatt er mer aktiv og har en tydeligere stemme overfor elevene i Vindmølleuka.

I Tabell 4 nedenfor er studiens innsamlede data opplyst, med tilhørende metodiske referanser. Jeg har vært grundig med å føre feltdagbok og logger underveis,

Tabell 4. Oversikt over metoder som er anvendt og data som er innsamlet i løpet av prosjektet.

Case	Metode (metodereferanse)	Data	Innsamlingstidspunkt	
Vindmølleuka	Deltakende observasjon og refleksjon (Fangen, 2010; McNiff, 2007)	Mine loggnotater	08/2011-04/2012	
	Ikke-intervenerende observasjon (Fangen, 2010) og videoopptak (Derry et al., 2010; Ødegaard & Amesen, 2010)	Kirsti Jegstads observasjonslogger	03/2012	
		Lydopptak av mine innledninger	03/2012	
		Lydopptak fra gruppearbeidene i to grupper	03/2012	
	Intervju (Fog, 1998; Kvale, Brinkmann, Anderssen, & Rygge, 2009) og fokusgruppeintervju (Krueger & Casey, 2000)	Videoopptak av presentasjonene til to grupper	03/2012	
		Lydopptak av intervju med meg og to lærere	04/2012*	
Nettbasert spørreundersøkelse	Lydopptak av fokusgruppeintervju med åtte elever	03/2012*		
	Utskrifter av svar fra nettbasert spørreundersøkelse med elevene*	03/2012		
Mind Gap	Innsamling av elevarbeider	Elevpresentasjoner	03/2012	
		Mine loggnotater	04/2012-10/2012	
	Ikke-intervenerende observasjon (Fangen, 2010) og videoopptak (Derry et al., 2010; Ødegaard & Amesen, 2010)	Opptak med hodekamera fra forarbeid, omvisning i Mind Gap-utstillingen og etterarbeid ved fem skoler**	04/2012-10/2012	
		Intervju (Fog, 1998; Kvale et al., 2009) og fokusgruppeintervju (Krueger & Casey, 2000)	Lydopptak av fire debriefingsintervjuer med omviser	04/2012-10/2012
		Lydopptak fra intervju med lærere fra fem skoler	04/2012-10/2012**	
		Lydopptak av tre gruppeintervjuer med til sammen tolv elever	09/2012-10/2012	
		Lydopptak av to intervjuer med Stine Kühle-Hansen	04/2012-10/2012	
		Lydopptak fra intervju med Serge von Arx	02/2012	
Lydopptak fra intervju med Svein Magnussen	05/2012			
Innsamling av elevarbeider	Oppgavebesvarelser og plakater	09/2012-10/2012		

\* Gjennomført/utferdiget av Kirsti Marie Jegstad

\*\* Bare tre av dem med mitt reviderte undervisningsopplegg

spesielt i forbindelse med Mind Gap-casen. I tillegg til observasjonsdataene, innsamlede elevarbeider og innspilte lyd- og bildefiler fra begge caser, har de mange intervjuene vært viktige empiriske kilder i dette prosjektet.

Fra Vindmølleuka, som ble gjennomført mars 2012, har jeg altså hatt mine lognotater både fra forberedelsene og fra selve uka, og jeg har hatt Kirstis detaljerte observasjonslogger, transskriberte lydopptak fra innledninger og gruppearbeidet i to grupper (valgt etter anbefaling fra læreren, som grupper med muntlig aktive elever), og videoopptak av presentasjonene til to grupper. I tillegg har jeg hatt alle PowerPoint-filene gruppene brukte i sine presentasjoner, transskriberte lydopptak fra Kirstis lærer- og elevgruppeintervju (gjennomført ukene etter undervisningen), utskrift av svarene fra nettspørreundersøkelsen som Kirsti gjennomførte med elevene. Både elevintervjuet og spørreundersøkelsen hadde en tematisk vinkling som ikke gjorde dem særlig relevante for mitt prosjekt, men noen få momenter herfra er også kommet med i analysen.

Med casen Mind Gap strakte datainnsamlingsperioden seg fra april til oktober 2012. Jeg førte en grundig logg hele veien, og samlet altså inn data med hodekameraer som tok opp lyd og bilde fra både forarbeid, omvisning og etterarbeid. Jeg samlet også inn elevarbeider. Fra den første runden med det opprinnelige undervisningsopplegget (med Skole A og Skole B) omfattet dette gruppeoppgaver fra et forarbeid, mens det i mitt reviderte undervisningsopplegg omfattet plakater fra etterarbeidet. Dessuten gjennomførte jeg mange intervjuer. For det første intervjuet jeg Serge von Arx – en av

designerne bak utstillingen – allerede i februar 2012. Derneft hadde jeg debriefingssamtaler med museets omviser etter hver omvisning, og jeg intervjuet alle lærerne i etterkant av etterarbeidet. Etter hver runde med det reviderte undervisningsopplegget gjennomførte jeg også elevgruppeintervjuer. Stine Kühle-Hansen ble med meg på både forarbeid, omvisning og etterarbeid med Skole B. Kühle-Hansen er vitensentergründer<sup>11</sup> og sexolog, og hadde denne våren praksis ved Teknisk Museum som del av et mastergradsstudium i museumspedagogikk ved UiO. Etterpå intervjuet jeg henne om hvordan hun hadde opplevd undervisningsopplegget, og hun hadde så mange interessante innspill at jeg inviterte henne til å bli med på en ny runde med det reviderte undervisningsopplegget i oktober (med Skole D). I tillegg intervjuet jeg Svein Magnussen, professor i kognitiv psykologi ved UiO, om koblingen mellom læring og sterke sanseinntrykk.

Jeg valgte å bruke hodekameraer i datainnsamlingen til Mind Gap fordi jeg ønsket å få et rikest mulig bilde av hvordan elevene agerte og deltok i omvisningen og det øvrige undervisningsopplegget. Jeg brukte mellom tre og fem hodekameraer, og fant at elevene overraskende fort så ut til å glemme kameraene. Dette observerte også Kari Beate Remmen i sin doktorgradsstudie av feltarbeid i geofag (Remmen, 2014). I noen situasjoner fikk jeg også lærerne og omviseren til å bære kamera, for å få med meg mer av lærer/elev-interaksjonen.

Med alt dette innsamlede datamaterialet er det ikke fritt for at jeg står overfor en moderne versjon av det Kvale

---

<sup>11</sup> Stine har siden 2005 drevet det vitensenteret Amorateket, som har fokus på seksualundervisning (se <http://amorateket.no/>).

(1996) kaller tusensidersspørsmålet, nemlig 100 GB-spørsmålet: Hva gjør man når man har samlet inn 264 gigabytes med data? Kvaless innledende lakoniske svar er at spørsmålet stilles altfor sent. Men det lange svaret er at man må ha en god plan for hvordan materialet skal analyseres og hva man skal lete etter.

Både når det gjaldt mine egne feltnotater og når det gjaldt intervjuene jeg gjennomførte, tok jeg utgangspunkt i begrepene læringsrom og læringsprosess. Jeg lette etter svar på hvordan opplevelsen av rommet og de ulike undervisningselementene artet seg, og hvilke tanker elevene og lærerne gjorde seg omkring disse opplevelsene. Jeg var også på jakt etter situasjoner der jeg merket at elevdeltakelsen ble ekstra sterk, og når jeg fant slike situasjoner (som jeg kalte «betydningsfulle hendelser»), tematiserte jeg disse i lærer- og elevintervjuene. I intervjuene var jeg også på jakt etter mer allmenne refleksjoner omkring med ekskursjonsbasert undervisning i naturfag. Dessuten penset jeg samtalene inn på temaene estetisering og frihetsgrader i undervisningen. Intervjuene var det Robson (2002) og Kvale (1996) kaller semistrukturerte, og intervjuguidene som jeg brukte til lærer- og elevintervjuene i Mind Gap er gjengitt i Vedlegg 5.

Kirsti fokuserte i sine intervjuer på kompetanser for bærekraftig utvikling, som er et tema i hennes doktorgrad. Intervjuene var organisert i etter enkle, sekspunkts temaguides. Disse er gjengitt i Vedlegg 2.

Intervjuene med Serge von Arx, Stine Kühle-Hansen, og Svein Magnussen var også semistrukturerte intervjuer. Disse intervjuene har jeg brukt for å belyse ulike sider

ved undervisningsoppleggene, og elevenes læringsopplevelse.

Da jeg hadde samlet og strukturert feltnotatene mine gikk jeg i gang med å transkribere intervjuer, lydopptak og filmer. Parallelt med at jeg arbeidet med å utvikle analyseverktøyet, begynte jeg å gjennomgå materialet mitt med analyseprogrammet ATLAS. Jeg utviklet koder fra analyseverktøyet, og markerte områder av datamaterialet som korresponderte med disse. Koding og analysing av kvalitative data er, som den britiske utdanningsforskeren Tehmina Basit, langt fra noen enkel, mekanisk øvelse:

It is a dynamic, intuitive and creative process of inductive reasoning, thinking and theorizing. [...] Throughout analysis, researchers attempt to gain a deeper understanding of what they have studied and to continually refine their interpretations. (Basit, 2003, s. 143)

Dette innebar for min del at jeg hele tiden reviderte kodene mine, og analyseverktøyet, etter hvert som jeg arbeidet meg gjennom datamaterialet. En slik prosess kan kalles *meningsfortetting* (Kvale, Brinkmann, Anderssen, & Rygge, 2009) eller *directed content analysis* (Hsieh & Shannon, 2005) – jeg lette etter gode kategorier som jeg kunne kode dataene med, og jeg søkte koblinger og mønstre i datamaterialet. Den veven av kategorier og mønstre jeg satt igjen med etter dette kodingsarbeidet, har jeg betraktet i lys av mitt teoretiske rammeverk knyttet til læringsrom og læringsprosesser, og latt de bildene som da trer frem danne grunnlag for mine videre analyser. Det å arbeide på denne måten

er også beslektet med det Bo Eneroth i boken *Hur mäter man «vackert»? kaller väsensmetoden:*

Väsensmetoden [försöker] fånga det kännetecknande, dvs de gemensamme kvaliteter för *alla* fall av företeelsen [...] deras väsen, essens, artkännetecken, det som skiljer dem från andra fall. (Eneroth, 1987, s. 154)

Den endelige kodelisten er gjengitt i Vedlegg 6.

I analysen min lette jeg altså særlig etter situasjoner der elevenes deltakelse – innenfor ulike domener – var ekstra sterk. Disse *betydningsfulle hendelsene* gikk jeg så videre inn i, og prøvde å kategorisere den deltakelsen som gjorde seg gjeldende. Jeg så også på hva som gikk forut for denne situasjonen, hva som fulgte, og hvordan denne situasjonen plasserte seg i det overordnede undervisningsopplegget. Hvordan kunne jeg beskrive læringsopplevelsen, akkurat her? Og hvordan påvirket det fysiske rommet og andre viktige støttestrukturer fra undervisningsopplegget denne opplevelsen?

Selv om det ofte var enkeltelever som tydeligst kom til syne i disse situasjonene, prøvde jeg å ha et blick på hele elevgruppen når jeg kategoriserte situasjonen. Samtidig så jeg etter de enkeltsituasjonene som tydeligst slo ut på kodene mine.

I Mind Gap-casen har jeg altså fokusert på det reviderte undervisningsopplegget – blant annet fordi det ble for komplisert å analysere to ulike undervisningsopplegg innenfor samme case. Men innenfor det reviderte undervisningsopplegget har også valgt å legge særlig vekt på Skole C, fordi jeg fant at det var her elevdeltakelsen ble tydeligst.

Når jeg analyserte læringsprosessen har jeg også tatt tak i de læringsmålene jeg definerte for hvert av undervisningsoppleggene, og vurderte i hvilken grad disse ble møtt i ulike faser av undervisningsforløpet – slik det fortonte seg i det innsamlede datamaterialet. Jeg har lett etter underliggende strukturer og faser i undervisningen, og jeg har lett etter nye måter å forstå prosessene som kan til transformerende læring.

### 5.3 Utvikling av studiens analyseverktøy

I denne studien ser jeg spesielt på hvordan ulike former for deltakelse kan fremmes i ulike typer læringsrom. For å kunne fokusere blikket i møte med empirien min, har jeg utviklet to ulike verktøy – et som er rettet mot deltakelsen, og et som er rettet mot rommets rolle i læringsprosessen.

Arbeidet med å utvikle verktøyene har foregått parallelt med analysene, og slik blitt til i dynamisk prosess der målet har vært å beskrive på en presis måte forholdet mellom rom og deltakelse i casene. Like fullt mener jeg at verktøyene har generisk verdi, og jeg håper at de vil kunne komme til nytte også for andre som søker å forstå vekselvirkningen mellom rom og deltakelse i lærings situasjoner. Jeg betrakter altså *Deltakelsesmatrisen* og *Læringsromdiagrammet*, som jeg presenterer nedenfor, både som resultater i seg selv og som verktøy for å generere kunnskap om deltakelses- og romdynamikk.

Ved hjelp av deltakelsesmatrisen har jeg analysert elevenes deltakelse i de to casene. Jeg har videre brukt læringsromdiagrammet til å analysere rombruken. De to analyseverktøyene utfyller hverandre, og ved å stu-

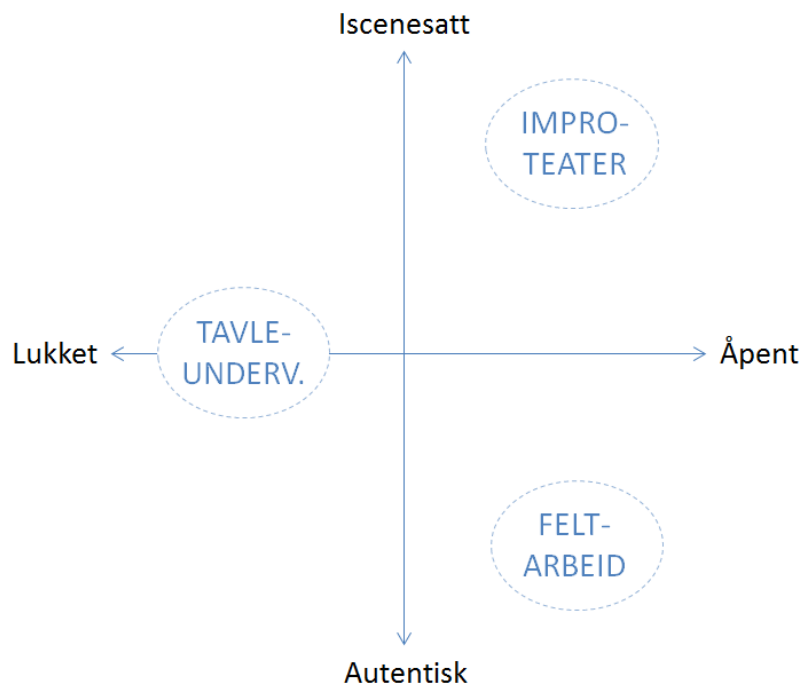
dere sammenhengen mellom deltakelse og rombruk har jeg kunnet analysere samspillet mellom læringsrom og læringsaktiviteter i et læringsforløp. Dette har gitt verdifull innsikt i hvordan ulike læringsrom fremmer ulike former for deltakelse, og hvordan ulike læringsrom er egnet i ulike deler av læringsprosessen.

### 5.3.1 Læringsromdiagrammet: Et verktøy for å analysere undervisningsopplegg

Forskningsspørsmålet mitt knytter seg til læringsprosesser på alternative læringsarenaer, og jeg har valgt casene mine blant annet fordi de representerer læringsrom som på hver sin måte er vidt forskjellige fra skolehverdagens undervisningsrom. Mind Gap representerer et *iscenesatt* læringsrom, mens Vindmølleuka representerer det jeg har valgt å kalle et *autentisk* læringsrom. Disse to kvalitetene – som jeg beskrev i kapitlene 2.2.3 og 2.2.4 – utgjør hvert sitt endepunkt på den vertikale akse i det jeg kaller læringsromdiagrammet. Jeg velger altså å betrakte dem som motsetninger (dikotomier), selv om dette bare er to av mange mulige kvaliteter ved et læringsrom. Samtidig er det slik at alle læringsrom, også disse to, kan være både mer eller mindre iscenesatte, og mer eller mindre autentiske. Jeg opplever likevel at det å bruke autentisitet og iscenesettelse som motpoler er hensiktsmessig i denne sammenhengen, fordi casene mine

så tydelig representerer hver av disse kvalitetene.

Som lærer kan du bruke og forme et læringsrom på mange forskjellige måter, for å tilpasse det ulike faser av et undervisningsopplegg. Du kan på ett tidspunkt selv tre tydelig inn i rommet og fylle det, senere kan du sette elevene i gang med bestemte aktiviteter, eller du kan la elevene utforske rommet mer selvstendig. Dette relaterer seg til spørsmålet om frihetsgrader i et undervisningsopplegg (som jeg omtalte i kapittel 2.3). Jeg mener det i denne sammenhengen vil være misvisende å snakke om frihetsgrader som noe som starter på null (ingen frihetsgrader) og som trinnsvis øker mot fullt frislipp. Jeg ønsker heller å ta utgangspunkt i nøytral situasjon, som så kan åpnes (ved å gi elevene flere valgmuligheter og mer autonomi) eller lukkes (ved å styre elevene og gi dem færre valg). Slik får mitt diagram for å beskrive ulike læringsrom en akse til, med dikotomiene *åpent* og



Figur 5. Læringsromdiagrammet vil jeg benytte for å karakterisere situasjoner i studiens læringsrom.

*lukket*. Dette handler ikke først og fremst om læringsarenaens beskaffenhet, men det fysiske rommet vil også kunne bidra til læringsrommets åpen- eller lukket-het; er rommet lite, trangt og uten vinduer vil det lett kunne oppleves som mer lukket enn en åpen sal med blafrende gardiner og vidt utsyn.

Figur 5 ovenfor viser dette læringsromdiagrammet, som jeg altså vil bruke for å karakterisere bestemte situasjoner og aktiviteter i casene mine. Jeg har i figuren også, for referansens skyld, satt inn tre ulike aktiviteter som jeg oppfatter som arketyper i denne sammenhengen – *tavleundervisning*, *improteater* og *feltarbeid*. Jeg ser at det kan stilles spørsmål ved at jeg kaller improvisasjonsteater for en arketypisk situasjon i undervisningssammenheng, men det finnes ingen typiske undervisningsaktiviteter som passer til karakteristikken «åpen og iscenesatt». Selv om det går an å tenke seg rollespill med stort improvisasjonsrom, vil rollespill i undervisningssammenheng oftest ha ganske stramme rammer – og altså være mer lukket. De andre to arketyper er mindre iøynefallende: Tavleundervisning er vel den mest utbredte aktiviteten i norske klasserom; den er lukket i betydningen lærerstyrt, og den vil vanligvis være nøytral i forhold til aksens iscenesatt-autentisk (i analysen kaller jeg dette for et *ordinært læringsrom*). Feltarbeid, den klassiske ekskursjonsaktiviteten i biologi og geofag, tar utgangspunkt i naturen som en autentisk læringsarena. Feltarbeidet kan så absolutt være styrt (jmfør Remmen, 2014), men som tradisjon har det noe åpent og utforskende ved seg. Ringene rundt disse arketyperne er stiplet for å

markere at de er mer å betrakte som retninger enn som absolutte angivelser.

Læringsromdiagrammet er altså knyttet til læringens romlige situering, men fordi læreren også kan bevege og omforme læringsrommet, er diagrammet også knyttet til lærerens videre didaktiske disponeringer.

Et undervisningsforløp vil bestå av en rekke ulike situasjoner som hver og en kan karakteriseres ved hjelp av de to analyseverktøyene jeg har beskrevet ovenfor. Læringsprosessens tidsdimensjon handler om rekkefølge og innbyrdes relasjon mellom mange situasjonene i forløpet. Det kronologiske mønsteret som dannes av de ulike analyserte situasjonene, kan derfor si noe om hva som kjennetegner det gjennomførte undervisningsopplegget sett som ett hele. Det indre læringsrommet i hver enkelt elev vil ved forløpets slutt være utspent av den totalitet som aktivitetene og erfaringene fra undervisningen til sammen utgjør.

### 5.3.2 Deltakelsesmatrisen: Et verktøy for å analysere elevens læringsarbeid

Jeg legger til grunn at elevenes deltakelse er en fundamental forutsetning for alt læringsarbeid, og det er den prosessen som dette arbeidet representerer jeg er ute etter å studere. For å beskrive og analysere elevenes deltakelse i casenes læringsrom, har jeg utviklet en matrise for aktivitets- eller deltakelsesanalyse – heretter kalt *Deltakelsesmatrisen*. Matrisen tar utgangspunkt i Aksels doktorgradsarbeid (Hugo, 1995), som altså setter opp en tredelt erkjennelses- og kunnskapsteori (epistemologi). Denne omfatter egenbevegelsesformene *oppmerksomhetsbevegelse*, *perspektivbevegelse* og

Tabell 5. Deltakelsesmatrisen brukes til å karakterisere elevenes deltakelse i læringsrommet. Femten aktivitetsformer knytter seg til de fem deltakelsesdomenene og de tre egenbevegelsesformene.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhets- bevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

*selviakttagelse* (jmfør kapittel 3.2), og er utviklet i samarbeid med Aksel. Matrisens hovedkolonner bærer hver av de tre egenbevegelsene som overskrifter (se Tabell 5 nedenfor).

De fem deltakelsesdomenene som jeg beskrev i kapittel 3.5, utgjør radene i matrisen. Matriseradene relaterer seg med andre ord det jeg kalte for henholdsvis *senses-on learning* (persepsjon), *minds-on learning* (kognisjon), *hearts-on learning* (emosjon), *group-on learning* (sosialisering) og *hands-on learning* (handling).

Matrisens celler angir de femten ulike *aktivitetsformene*, som jeg beskrev i kapittel 3.6. Aktivitetsformene kan brukes til å beskrive elevenes dedikerte egeninnsats innenfor hvert av deltakelsesdomenene. Nettopp dedikasjonen er et viktig moment; det dreier

seg om ulike former for målrettet aktivitet, som kan føre til læring. Rent fysisk tilstedeværelse er for eksempel ikke tilstrekkelig til å regnes som aktiv deltakelse i denne sammenhengen. Aktivitetsformene er for øvrig ikke gjensidig utelukkende; i en bestemt lærings-situasjon vil flere aktivitetsformer kunne være til stede på samme tid – også innenfor samme deltakelsesdomenene.

Når jeg bruker matrisen som analyseverktøy, gjennomgår jeg deltakelsen domene for domene, og angir hvilke aktivitetsformene som er representert. En heltrukket ring rundt en aktivitetsform betyr at jeg vurderer den som sterkt til stede, og stiplet ring indikerer at aktivitetsformen i noen grad er til stede. Ikke alle disse formene for deltakelse er like synlige og målbare, og denne angivelsen vil uansett bero på min skjønsmessige

vurdering av dataene fra situasjonen. Dersom jeg for eksempel kommer til at elevenes selvfølelse ble aktivert, vil dette kunne være basert på summen av lærernes betraktninger og det jeg selv opplevde i situasjonen – uten at elevene selv har sagt noe eksplisitt om dette.

Presentasjonen av deltakelsesanalysen (kapitlene 8.2 og 9.2) har jeg for øvrig strukturert med utgangspunkt i de fem deltakelsesdomenene – altså radene i matrisen. Først trekker jeg frem ulike elementer fra datamaterialet som peker på det aktuelle deltakelsesdomenet, før jeg oppsummerer med hvilke aktivitetsformer innenfor domenet som ble aktivert.

Det at jeg bruker Deltakelsesmatrisen for å analysere elevenes læringsarbeid, kan selvsagt leses som et uttrykk for det jeg har kalt deltakelsens imperativ – at læring kan betraktes som en funksjon av den enkelte elevs erfaring gjennom deltakelse. Aksel Hugos egenbevegelsesteori gir en epistemologisk begrunnelse for et slikt syn. Videre kan altså integreringen av deltakelsesdomenene relateres til nevrofysiologiske beskrivelser

av langtidshukommelsens ulike registre, og representerer således en ytterligere tydeliggjøring av det lærings-teoretiske ståstedet. Men når elevenes læringsarbeid skal vurderes, må samtidig matrisens ulike aktivitetsformer relateres til skolens målstyringsperspektiv – som handler om at man (myndighetene, læreren eller eleven selv) definerer læringsmål som den lærende skal tilegne seg. Læringsmålene er ikke aktivitetsformene i seg selv, men disse kan på ulike måter lede til forskjellige læringsmål.

Undervisningen skal altså designes med den hensikt å lede elevene til bestemte læringsmål. Elevene kan bare nå disse målene gjennom å engasjere seg i ulike former for aktivitet. Undervisningsopplegget legger rammene for det læringsrom som utvikler seg i og omkring elevene. Samtidig utvides og påvirkes dette rommet også i takt med elevenes deltakelse



## 6. Presentasjon av casen Mind Gap

You have to perceive with your whole body. (Serge von Arx, Intervjuet 7/2 2012)

### 6.1 Om Mind Gap-utstillingen

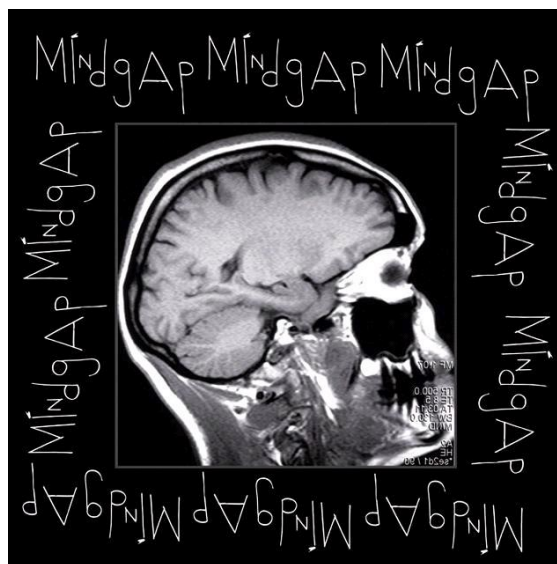
You have to perceive with your whole body. (Serge von Arx, Intervjuet 7/2 2012)

#### 6.1.1 Bakgrunn

Gjennom min veileder Edvin Østergaards prosjekt om Foucaults pendel på Den norske opera, møtte jeg Serge von Arx som var Edvins scenografikonsulent. Sveitsiske Serge er utdannet arkitekt, og virker til daglig som professor i scenografi ved Akademi for scenekunst på Høyskolen i Østfold. Jeg ble fascinert av de enkle grepene som Serge gjorde på scenen i operaen, og fikk høre at han hadde samarbeidet med den amerikanske stjerneregissøren Robert Wilson om å designe temporærutstillingen Mind Gap ved Norsk Teknisk Museum (NTM). De to har arbeidet tett sammen i mange forskjellige sammenhenger tidligere, og Serge hadde en viktig rolle også i dette prosjektet. Mind Gap-utstillingen skulle handle om hjernen og hjerneforskning, og åpnet 16. april 2011 som en av hovedsatsningene i markeringen av Universitetet i Oslos 200-årsjubileum.

Etter å ha studert utstillingen bestemte jeg meg for å bruke denne som case i prosjektet mitt. Utstillingen møtte de kriteriene jeg hadde satt opp; den ble massivt brukt i undervisning, og den hadde forbløffende estetisk-scenografiske kvaliteter. Museets skoleavdeling,

ledet av Håvard Heggelund, hadde utviklet læreplanrelaterte undervisningsopplegg til utstillingen, med forarbeid, omvisning og etterarbeid tilpasset ulike alderstrinn (se Vedlegg 3), og tusenvis av skoleelever<sup>12</sup> i Oslo-området hadde i regi av Den Kulturelle Skolesekken gjennomført dette.



*Signaturplakaten til Mind Gap-utstillingen (design Robert Wilson, gjengitt med tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).*

Jeg hadde flere møter med NTMs skoleavdeling i løpet av vinteren, og intervjuet altså Serge i februar 2012. I mars hadde jeg en pilotrunde med en åttendeklasse gjennom forarbeid, guidet museumsbesøk og etterarbeid (over tre dager). Jeg brukte inntil fem hodekameraer for å samle inn videodata, og var for øvrig passiv observatør. Etter museumsbesøket intervjuet jeg mu-

---

<sup>12</sup> I løpet av de 20 månedene utstillingen var oppe, gjennomførte 630 skoleklasser med til sammen 11 401 elever undervisningsopplegg tilknyttet Mind Gap.

seumspedagogen<sup>13</sup>, og etter etterarbeidet intervjuet jeg læreren. I den grad jeg har brukt data fra pilotrunden, refererer jeg i materialet til denne som Skole A.

I april hadde jeg en ny runde med to åttendeklasser fra en annen skole (Skole B), og for øvrig samme opplegg – bortsett fra at jeg denne gangen hadde med meg Stine Kühle-Hansen som med-observatør. Stine hadde fulgt et titalls skoleklasser gjennom utstillingen, og var kritisk til hvordan Mind Gap ble utnyttet som undervisningsarena. Jeg tok med meg Stine på både på forarbeids- og etterarbeidsøktene ved Skole B, i utstillingen og på intervjuet med museumspedagogen. Etterpå intervjuet jeg også Stine.

Jeg oppsøkte også professor Svein Magnussen ved Universitetet i Oslo, som har arbeidet mye med forskning knyttet til hukommelse og kognitiv psykologi, for å prøve å finne ut mer om hvordan sterke sanseopplevelser kan påvirke læring.

Etter å ha fulgt Skole A og Skole B gjennom muséets undervisningsopplegg, bestemte jeg meg imidlertid for at jeg ønsket å lage et nytt forarbeid, ny omvisningsguide, og nytt etterarbeid (jeg kommer tilbake til mine begrunnelser for dette). Sommeren 2012 tilbragte jeg en uke sammen med museumspedagogene ved Teknisk Museum, og ferdigstilte da et nytt, revidert undervisningsopplegg for Mind Gap.

Med dette reviderte undervisningsopplegget fulgte jeg så høsten 2012 grupper fra tre nye skole – Skole C, Skole D og Skole E – og i tillegg til å intervju lærerne

og omviser gjennomførte jeg nå også elevgruppeintervjuer. Stine Kühle-Hansen var med på både forarbeid, omvisning og etterarbeid med Skole D, og jeg intervjuet henne på nytt etter dette.

I den første runden med Mind Gap omfattet altså det innsamlede materialet intervjuer med Serge von Arx, museumspedagogen, lærerne ved Skole A og Skole B, Stine Kühle-Hansen og Svein Magnussen. I tillegg har jeg elevarbeidene, og mine egne observasjonslogger og videopptak (hodekameraer) fra forarbeid, museumsbesøk og etterarbeid med én klasse fra Skole A og to klasser fra Skole B. Innsamlede data fra den andre runden omfattet nye intervjuer med museumspedagogen, med lærere, med Stine Kühle-Hansen, og med elevgrupper fra Skole C, Skole D og Skole E, samt ditto elevarbeider, observasjoner og videopptak.

### 6.1.2 Beskrivelse av utstillingen

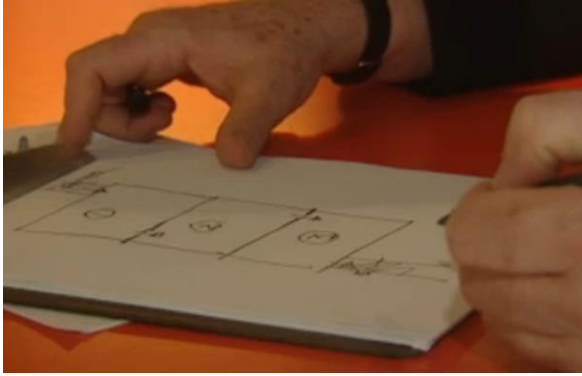
Lokalet hvor utstillingen befant seg er et rektangulært rom på drøyt fire hundre kvadratmeter, med en dør i hver ende. I et intervju med NRK to dager før den offisielle åpningen av utstillingen, forteller Wilson om hvilke forandringer de har gjort med denne tomme betongboksen.

Det mest grunnleggende grepet, sier Wilson, er at de lagde en sluse i hver ende, og delte lokalet inn i tre ulike rom:

Robert Wilson: It is like being in Alice in Wonderland – falling through a rabbit hole, or going through these different worlds; you don't know how you got from one to the other (NRK, 2011).

---

<sup>13</sup> Jeg brukte den samme museumspedagogen ved omvisningene til både Skole A, Skole B, Skole C, Skole D og Skole E.



*Robert Wilson skisserer i intervju med NRK hvordan utstillingslokalet ble delt inn i tre ulike rom (NRK, 2011).*

Den visuelle hovedidéen assosiert med det første rommet er *portretter*, sier Wilson, som nummer to *stilleben* og det tredje rommet *landskap*. Det er altså en tiltagende avstand etter hvert som man beveger seg gjennom rommene. Samtidig går det fra lyst til dunkelt til mørkt. De tre rommene komplementerer hverandre, påpeker Wilson.

Du kommer inn i det første rommet – speilrommet – gjennom en sluse. Når de fotocellestyrte dørene går igjen bak deg er det stummende mørkt, og du hører Christopher Knowles' stadig mer maniske resitering av tall-dikt. Plutselig går dørene opp, og du møtes av et intenst lys, reflektert i hundrevis av brutte speilflater.

På noen av trekantflatene henger det bilder av ansikter, og når du ser lenge på dem oppdager du at det ikke er fotografier, men videoer – for fra tid til annen blunker ansiktene. Fra skjulte høyttalere lyder dempet svingjazz, og noe som høres ut som én-fingertasting på en gammel skrivemaskin.

Videre inn i speilrommet kommer man til «hjerneveggen» – en vegg med lyssatte bokser. I hver boks er det et glass med en del av en hjerne eller ryggmarg med synlige tegn på sykdom eller misdannelse. Vis-à-vis

denne veggen er det montre med blant annet kranier, en gammel egyptisk krukke (kanopekrukke) og et foster med åpen hodeskalle (anencefali) i en glasskrukke med formalin.

Den innerste delen av speilrommet er dedikert forsøksdyr brukt i hjerneforskningen. Her er det glass-montre med en utstoppet høne, en kanin, en krabbe, en hummer, kreps, frosker, duer, en ape... Bak en gjennomsiktig glassplate kan du skimte et portrett av Fritjof Nansen, sammen med en slimål på glass.

Den ene endeveggen er dominert av akvarier med sebrafisk, lyssatt med blå lysstoffrør. I det innerste hjørnet er åpningen til det neste rommet. I det du trækker over terskelen lyder kontentumet: «Mind Gap!» – nærmest som en hilsen fra Londons T-banestasjoner.



*Jente ser Ole Andreassen fortelle om MR-studier av psykiske lidelser (fra museets egen video om utstillingen, gjengitt etter tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).*

Neste rom – skogrommet – er fylt av 154 seljetrær, fra gulv til tak. Underlaget er ujevnt, og består av to tonn oppsprukket leire; som i et inntørket elveleie. Belysningen er dus, og lydsporet i dette rommet gir assosiasjoner til natur – med blant annet vind og rennende vann. På mange av trærne henger det små videoskjermer, og telefonrør av den gammeldagse, grå typen. Her kan man høre og se norske hjerneforskere berette om

Videointervjuer med følgende personer finnes i utstillingen:

1. Espen Dietrichs: Dypstimulering
2. Espen Lahnstein: Epilepsi. Et mylder av anfall
3. Hanne Harbo: MS-forskning på gennivå
4. Slagenheten ved Haukeland universitetssykehus
5. Jason d-Ancona: MS
6. Joel Glover: Nervecellenes forbindelser
7. Jørgen Bør: Om ADHD – en ny rolle i skuespillet
8. Kristine Høimyr: Om slag
9. Kristine Walhovd: Hjernen endrer seg
10. Lene Bomann-Larsen: Bevissthet og moralsk ansvar
11. Linda H. Bergersen: Fysisk aktivitet – energi til hjernen
12. Marianne Fyhn: Forskning på stedsans
13. Morten Bremer: Hva er meg og hva er sykdommen
14. Ole Andreassen: MR-studier av psykiske lidelser
15. Paul Møller: Om schizofreni – samtalen som mikroskop
16. Reidun Torp: Alzheimer på cellenivå

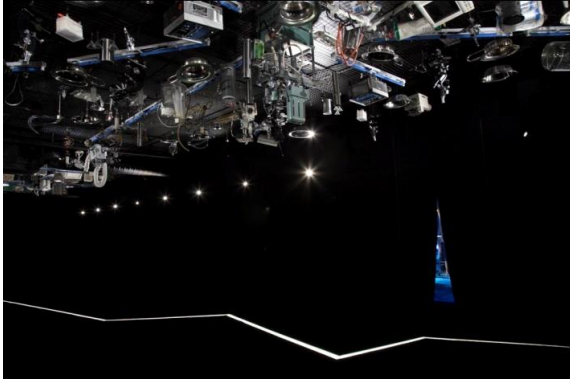
forskningen sin, og personer med hjerneskader eller hjernerelaterte lidelser som forteller fra sine liv.

Rundt om i rommet står det også plassert ulike gjenstander med forbindelse til hjerneforskning – pacemakere som brukes i behandlingen av pasienter med epilepsi og Parkinsons (dyp hjernestimulering), Norges første EEG-apparat som ble brukt til å undersøke Quisling med under rettsoppgjøret etter krigen, et elektronmikroskop, med mer. Oppunder taket mellom to trær henger en tørket sjøhest – som et kolon til hjerne-

strukturen hippocampus (det latinske navnet på sjøhest), som har stått i sentrum for forskning på hukommelse og romlig orientering. Innenfor forskning på romlig orientering er det et norsk ektepar, Edvard og May-Britt Moser, som har gjort seg særlig bemerket de siste årene. I forsøkene deres har de brukt rotter som modellorganismer, og de gav også noen av rottene sine til denne utstillingen. Rottene har tilhold inne i veggene i trerommet, og publikum kan se dem gjennom glassplater i horisontale, lyssatte baner. Innerst i trerommet er det en ny åpning, og nok en gang forkynnes «Mind Gap!» idet du forlater rommet.

For å komme inn i det siste rommet må du skyve til side et forheng. Når forhenget faller på plass bak deg er det helt mørkt, bortsett fra et køyte på den ene kortveggen med en lyssatt hvalhjerne på glass. I taket kan du skimte ulike gjenstander som peker ned på deg. Veggene er nakne og svartmalte. Det myke teppegulvet er også sort. Plutselig flerrer et lynglimt gjennom rommet, mens torden og en voldsom, vrent gitarsolo lyder over høyttalerne.

Lys kommer på i taket, og du ser at det som peker ned på deg er et landskap av glass-, plast- og metallgjenstander fra sykehus – diverse måleapparater, pussbeken, målebeger, tissepotter, slanger, termometre... Det virker kaotisk og skrekkefilmaktig. Men når du går til den andre enden av rommet, blir inntrykket et helt annet; Hvalhjernen lyser mot deg som en sol fra endeveggen, og gjenstandene i taket tar form av et romskip, eller kanskje en by med skyskrapere? Du går ut av utstillingen gjennom en ny sluse, denne gangen i slak nedoverbakke. Reisen gjennom Wilsons «kaninhull» er over.



*Møkerommet, flerret opp av en lynformet lysspalte i gulvet mens gitarer og tordenskrall drønner over høyttalerne (foto: Lesley Leslie-Spinks, med tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).*

Mind Gap-utstillingen ble under en seremoni i Rockefeller center i juni 2013 tildelt den internasjonale museumsprisen *International Design and Communication Award* i kategorien *Best Exhibition Layout*.

## 6.2 Undervisningsopplegget til Mind Gap

### 6.2.1 Læringsmål knyttet til Mind Gap

Det overordnede målet for undervisningsopplegget til Mind Gap-utstillingen var at elevene skulle bli bedre kjent med sin egen hjerne, og la seg fascinere av hjerneforskningen og de mange enda uløste mysteriene bak hjernens funksjoner.

Jeg formulerte konkrete læringsmål for undervisningsopplegget, basert på utvalgte kompetansemål i læreplanene for fag elevene hadde på skolen – også for å rettferdiggjøre overfor foreldre og skoleledelse at elevene brukte såpass mye undervisningstid på dette. Disse kompetansemålene (hentet fra læreplanene for Naturfag, Kunst og håndverk, RLE og læreplanens generelle del) er gjengitt i Vedlegg 6. Samtidig har selvsagt min praksisteori, oppsummert i fem punkter i kapittel 1.1.1, påvirket innrettingen av undervisningsopplegget.

Læringsmålene for uka omfatter følgende ti punkter (ikke prioritert rekkefølge):

Elevene skal kunne...

1. Erfare og diskutere hvordan kunstneriske virkemidler kan påvirke opplevelse av rom
2. Erfare og diskutere hvordan sanseinntrykk påvirker oss
3. Fortelle om arbeidet til noen kjente norske hjerneforskere, som Fritjof Nansen, Marianne Fyhn og ekteparet Moser
4. Gi en grunnleggende gjengivelse av teori om hvordan vi bruker hjernen til å orientere oss i fremmede rom
5. Gjengi hvordan en sanseimpuls formidles til hjernen
6. Erfare og diskutere betydningen av hjernens speilnevroner
7. Forklare og diskutere betydningen av at hjernen påvirkes – hele livet – gjennom den stimulering den får
8. Forklare og diskutere hvordan ulike hormoner og neurotransmittere påvirker kroppen når man er forelska
9. Gi en grunnleggende forklaring av hvordan hukommelsen fungerer, og noen konsekvenser dette har for læring
10. Reflektere over mysteriet knyttet til hva slags funksjon drømmene kan ha for hjernens bearbeiding av inntrykk

Disse målene tar jeg opp igjen når jeg i kapittel 8.3 vurderer hvordan Mind Gap-omvisningen (med for- og etterarbeid) fungerte som læringsrom for elevene.

### 6.2.2 Beskrivelse av undervisningsopplegget

Det opprinnelige undervisningsopplegget som Skoleavdelingen ved Teknisk Museum hadde utviklet, var grundig og detaljert, og det fokuserte på å få fortalt så mye som mulig om hjernen, hjernesykdommer og hjerneforskning. I tillegg var det et sidespor som relaterte seg til utstillingsdesign.

Skole A og Skole B fulgte dette undervisningsopplegget, som er gjengitt i Vedlegg 3. Forarbeidet besto av gruppeoppgaver med fire oppgavesett som skulle gjøres på skolen. Oppgavesettene handlet om (A) sykdommer og hukommelse, (B) nerveceller, (C) forskning og (D) design, og i lærerveiledningen anbefalte museet at elevene ble delt i grupper som jobbet med hvert sitt oppgavesett i 45-90 minutter. De fleste oppgavene var knyttet til nettressurser, så elevene var avhengige av å bruke datamaskiner i forarbeidet. Etterarbeidet var berammet til 45-90 minutter, og skulle ha form av en oppsummerende samtale mellom elever og lærer tilbake på skolen – med utgangspunkt i et tankekart over noen sentrale begreper fra omvisningen.

Museets opprinnelige omvisning omfattet fem hoveddeler, med overskriftene 1) Hjernen før og nå (foran hjernepreparatene); 2) Sebra-fisk og forskning (foran akvariene); 3) Hukommelsens mysterium (i lysningen inne i trerommet); 4) Behandling av Parkinsons (samme sted); 5) Det mørke rommet. Omviseren var ikke redd for å utbrodere makabre detaljer knyttet til de ulike historiene hun fortalte, med stor innlevelse og mye energi. Kombinert med de sterke sanseinntrykkene fra utstillingen ble effekten ganske voldsom, og under omvisningen til en av klassene fra Skole B var det en gutt som

besvimte og gikk i bakken med et smell. Det viste seg etterpå at han hadde fått brudd på hodeskallen, og episoden var ganske skremmende.

Etter rundene med Skole A og Skole B satte jeg meg ned og laget et nytt undervisningsopplegg, med en ny omvisningsguide (se Vedlegg 4). Dette ble brukt med gruppene fra Skole C, Skole D og Skole E.

Det er altså dette reviderte undervisningsopplegget og rundene med Skole C, Skole D og Skole E som har lagt mest vekt på i doktorgradsarbeidet mitt.

### Forarbeidet

Mens det opprinnelige undervisningsopplegget omfattet en lang rekke tema og oppgaver, var kanskje det tydeligste grepet jeg gjorde i min omarbeiding å lage et forarbeid som bare fokuserer på ett tema: *Forelskelse*. Jeg valgte bare ett tema fordi jeg ønsket at elevene skulle gå inn i utstillingen med en styrket opplevelse av fellesskap, og jeg valgte forelskelse fordi det er et tema som elevene kjenner og som de (fleste) er sterkt opptatt av. Slik gir jeg faget liv, jeg relaterer det til elevenes verden (jmfør praksisteorien min presentert i kapittel 1).

Videre bestemte jeg meg for å bygge forarbeidet rundt et rollespill. Dette gjorde jeg for å involvere elevene i en type deltakelse de trolig ikke er så vant til i naturfagundervisningen, og for å fremme innlevelse som kvalitet foran møtet med Mind Gap-utstillingen. Samtidig ønsket jeg å skape et litt uhøytidelig klima i klassen, som grunn for gode dialoger omkring de temaene det skal jobbes med.

Forarbeidet starter imidlertid med at læreren deler ut et tosidig faktaark, og gjennomgår dette med klassen. Den første siden har tittelen *Nevroner og hormoner*, og handler om hvordan neurotransmittere formidler signaler mellom nevronene – og hvordan hormonene formidler signaler mellom ulike organer i kroppen. Den andre siden heter *Forelskeshormonene*, og tar for seg virkningen som stressmolekylet adrenalin, lykkemolekylet dopamin og kjærlighetsmolekylet oksytocin har på kroppen når vi er forelska (se Vedlegg 4).

Deretter får elevene beskjed om at de nå skal ha et rollespill som heter *Love, actually* om det som skjer inni kroppen når vi er forelska. Klassen deles i to; først er den ene delen av klassen skuespillere og de andre publikummere - etterpå bytter de. Til skuespillerne fordeles rollene i henhold til denne listen:

- Forteller (får utdelt fortellerteksten)
- Hanna
- Fredrik
- Stressmolekylet Adrenalin (flere)
- Lykkemolekylet Dopamin (flere)
- Kjærlighetsmolekylet Oksytocin (flere)

Alle får beskjed om å følge fortellerstemmen; når fortelleren sier at Fredrik gjør ett eller annet, må han gjøre det. Hormonene er egentlig inni kroppen til Hanna, og følger hennes reaksjoner; når hun er stressa virker Adrenalin, når hun er lykkelig virker Dopamin, og når hun kjenner kjærlighet virker Oksytocin. Merk at følelser ofte er sammensatte, så det kan virke flere hormoner på samme tid.

Hormonene skal vise at de virker på Hanna ved å gjøre følgende markeringsbevegelser: 1) Adrenalin: Hopper

opp og ned med et innbitt ansiktsuttrykk; 2) Dopamin: Setter seg ned i skredderstilling og smiler; 3) Oksytocin: Stryker seg selv på underarmene med lukkede øyne og stønner henført.

«Scenen» deles i to: På den ene siden står Hanna og Fredrik – noen meter fra hverandre. På den andre siden står hormonene. Bak dem, på tavla, skrives «Inni Hanna». Midt på scenen sitter fortelleren, på en stol.

Fortellerteksten, med tittelen «Love, actually», er en småvittig beretning om hva som skjer når Fredrik og Hanna møtes (se Vedlegg 4).

Når hele klassen har gjennomført rollespillet (det vil altså si at alle har fått være både skuespillere og publikummere), skal læreren holde en kort oppsummering hvor elevene får vite at utstillingen de skal besøke handler om hjernen og hjerneforskning, og at den er laget av en amerikansk teaterregissør som ønsker å få oss til å tenke gjennom og kjenne på hva som skjer i hodet vårt og kroppen vår når vi har sterke opplevelser – som forelskelse.

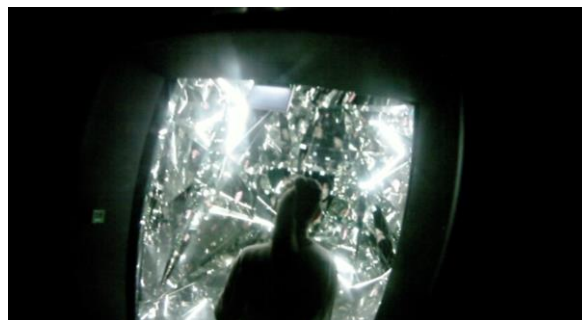
### Omvisningen

Den reviderte omvisningsguiden (se Vedlegg 4) var ganske forskjellig fra den opprinnelige malen som omviseren hadde undervist etter i halvannet år. Ettersom omviseren gjennomførte omvisningen uten manuskript, og også fulgte opp spørsmål og kommentarer fra elevene underveis, ble ikke omvisningene til tider ganske forskjellige fra den guiden jeg hadde forfattet – som er en sammenhengende prosatekst over åtte sider. Det var også et par steder der omviseren gav meg beskjed om at hun bevisst unlot å følge guiden, fordi hun følte

seg ubekvem med innholdet. Forskjellen mellom det intenderte og det gjennomførte undervisningsopplegget er altså en sum av (a) omvisers bevisste revisjoner (f.eks. ikke snakke om orgasme i forbindelse med oxytocin), (b) omvisers revisjoner som følge av dynamikken i elevgruppen (oppfølging av spørsmål fra elevene o.l.), og (c) omvisers ubevisste tilbakefall til det opprinnelige undervisningsopplegget (f.eks. at hun ikke brukte du-tiltale).

Omvisningen starter i gangen utenfor utstillingen. I det opprinnelige undervisningsopplegget fikk elevene her en kortfattet, saklig presentasjon av hva ville møte i utstillingen før de gikk inn i den mørke slusa. Nå er det lagt opp til en litt lengre introduksjon, hvor elevene blir spurt om forarbeidet, forelskelsesmolekylene. Omviseren oppfordrer også elevene til å bruke utstillingen til å «forske på» sin egen hjerne, og være litt ekstra bevisst hvilke sanseintrykk de får og hva slags assosiasjoner dette vekker i dem.

Vel inne i slusas stummende mørke ber omviseren elevene være helt stille. Mens Christoffer Knowles teller i høytalerne, utfordrer hun dem til å rette fokus mot seg selv, og kjenne etter. Etter noen sekunders stillhet annonserer hun så rolig: «Vi skal inn i rom nummer én av de tre rommene vi skal inn i – nå blir det litt lyst...», og dørene går opp. Møtet med speilrommet virker sterkt på elevene, og de kommer med overraskede gisp og utbrudd som «Åh», «Oj!» «Dette var creepy!» og «Kult!». Elevene har med seg hver sin pute inn i utstillingen – et grep som museet har gjort blant annet på bakgrunn av besvimelsesepisodene – og omviseren ber elevene sette seg ned på disse.



*Inntrykket som møter deg når du kommer ut av slusa og inn i speilrommet er mildt sagt blendende (fra hodekamera i omvisningen med Skole A).*

Nesten før medelevene har rukket å sette seg ned, utbryter en av jentene fra Skole C: «Æsj, de blunker!». Omviseren følger opp med punkter fra det vante undervisningsopplegget – hvorfor synes vi det er ekkelt at de blunker, presentasjon av de ulike portrettene, og så videre. Men så tar hun tak i den nye omvisningsguidens hovedpoeng ved dette stoppet (i manuskriptet kalt *Speilrommet #1*) – nemlig speilnevroner (Bråten, 2007; Iacoboni, 2008; Rizzolatti & Sinigaglia, 2008). Hun snakker med elevene om gjesping som smitter, og om mas-sesuggesjon med hylende tenåringsjenter på stadion-konserter. Omviseren understreker viktigheten av med-følelse og empati for at vi skal fungere som sosiale vesener.

Omviseren leder gruppen videre: «Vi skal nå gå litegran videre, og se på noen ekte hjerner» (Skole C). Flere av elevene kommer med mishagsyttringer som «Æsj, det er hjerner!», «Uæh!» og «Er det ekte? Æsj!», mens de setter seg ned foran hjerneveggen. «Hvordan har dere fått tak i dem?», spør en av elevene ved Skole D. Omviseren svarer at dette er hjernene til folk som har hatt sykdommer på hjernen eller nervesystemet, og som døde for mer enn 50 år siden. Hjernene er blitt tatt vare på etter deres død i forskningsøyemed.



Hun fortsetter med å spørre elevene om de kan navn på noen hjernesykdommer, og mens de snakker om ulike sykdommer peker hun på de ulike preparatene og forklarer. «Hva tror dere skjer inni hjernen når en sånn klump vokser frem, og begynner å presse på andre deler av hjernen?», spør hun, og samtalen går videre om ulike sanser, hjernehinnebetennelse og hodepine. Omviseren går ikke her inn på hvordan forskning har gitt oss behandling av ulike sykdommer, slik jeg antydte i omvisningsguiden.

Omviseren går videre til å, med utgangspunkt i preparatet med en delt hjerne, snakke om hvordan hjernen ser ut. Den har, stadig, størrelse som en kokosnøtt, og overflate som en valnøtt, og den består for det meste av fettholdige celler. Hun forteller at menneskets hjerne er veldig stor sett i relasjon til kroppsstørrelsen vår, og at forskerne mener at dersom den hadde vært særlig mye større ville kvinnens bekken måtte vært så bredt at hun ikke kunne gått oppreist.

Hjernen styrer kroppen vår og hva vi gjør, men kanskje enda viktigere: Den styrer hvem vi er. Omviseren henvender seg engasjert til elevene, og forteller:

Omviser: Det som gjør at du er den personen du er, det sitter rett baki her (peker på sin egen panne)...  
Og da skjønner dere kanskje at om det skulle dukke opp en hjernesvulst på frontallappen, der personligheten vår sitter, så kan man begynne å bli en annen person... (Omvisning, Skole C)

Genene du arver fra mor og far påvirker den du er, forteller omviseren, men understreker samtidig at den maten du spiser, de menneskene du velger å omgi deg med, og de miljøene du oppsøker – alt bidrar til å forme

hjernen din, hvem du er og hvem du blir, og hva du skal lære. Hvis du forstår hvordan hjernen din virker, og hvordan du lærer mest effektivt, vil du kunne lære utrolig mye gjennom livet.

Følget forflytter seg etter denne pep-talken videre til enden av speilrommet, med akvariene. Elevene bruker litt tid på å finne seg nye plasser der inne, og på vei inn stopper de opp foran flere av monterne der man i ulike høyder kan se blant annet utstoppede dyr.

Foran akvariene samtaler omviser med elevene om de ulike dyrene, og de diskuterer hva som er forskjellen på kjæledyr og husdyr. Hun forteller at det er blitt forsket en god del på effekten som kjæledyr kan ha på oss mennesker, og spør elevene om hva som var navnet på det vi kalte kjærlighetsmolekylet, eller kosehormonet. «Oksytocin!» roper elevene. «Ja!», svarer omviseren, og kan berette at man mange steder i blant annet USA har begynt å holde sykehusdyr og sykehjemdyr, fordi man ser at oksytocinproduksjon fra omgang med kjæledyr kan ha helende og smertedempende effekt på mange pasientgrupper. Og oksytocin bidrar altså også til å knytte oss til hverandre i nære sosiale relasjoner.

Men, understreker omviseren, dyrene er ikke tatt med i utstillingen fordi de er kjæledyr eller husdyr; de er tatt med fordi de representerer forsøksdyr eller modellorganismer som blir brukt i hjerneforskningen. Vi mennesker har mer til felles med disse dyrene enn man skulle tro – «vi deler førti prosent av genene våre med sebrafisk» (Skole D, gruppe 2). Hun forteller om hvordan sebrafisk brukes i forskningen på Alzheimers og Parkinsons sykdom. Det blir flere gode diskusjoner i

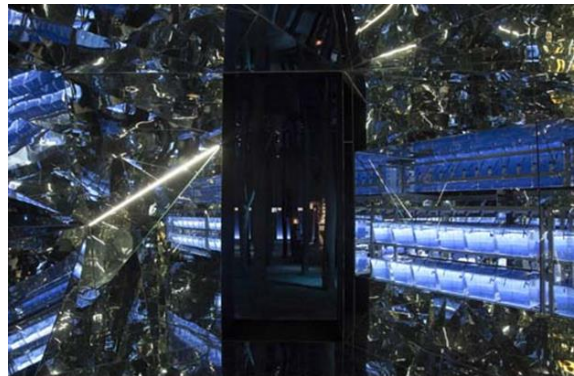
gruppene rundt disse sykdommene, og hva de innebærer.

«Jeg regner med at alle dere som sitter her er eller har vært forelska», sier omviseren – til spredt fnising. Omviseren får elevene til å repetere navnene på «forelskelsesmolekylene», og hvilke virkninger de har på oss. Men, fortsetter hun, man kan være hekta på andre ting enn kjæresteemner – man kan også være hekta på *spørsmål*; ting man lurer veldig på og som man ønsker å finne ut av. Sånn var det med Fritjof Nansen, som i tillegg til å være en stor eventyrer også var nevrobiolog. Omviseren forteller om hvordan Nansen brukte slimålen som modellorganisme for å forske på hvordan nervecellene fungerer. Nansen var en av de første som forsto at det var mellomrom – et *gap* – mellom nevronene; det vi i dag kaller en synapse. Hun understreker at Nansen hadde evnen til å fordype seg grundig i de tingene han ble hekta på, og at det er noe som kjennetegner banebrytende forskere. Hun forteller videre om Marianne Fyhn, som forsker på hukommelse og stedsans, og som i 2005 ble tildelt prisen for verdens beste doktoravhandling i nevrobiologi.

Omviser: Hun fordyper seg i hva det er oppe i hjernen vår som gjør at vi kan huske hvordan vi skal komme oss til og fra steder. For eksempel nå, så vet jo dere utmerket hvordan dere skal komme dere hjemmefra og til skolen eller til venner eller til svømmehallen. Dere har kart inne i hodene deres. [...] Det forsker hun på [...] og hun bruker rotter i forskningen sin. (Omvisning, Skole D1)

Marianne Fyhn forteller om forskningen sin i en av videoene inne i skogrommet, og omviseren forbereder elevene på at når de nå kommer inn dit skal de «få lov til å

vandre litt rundt i dette rommet, bare for å på en måte bli litt kjent – bruke øynene, bruke ørene, kanskje lukte litt på trærne (ler)...» (Skole C). Så skal alle finne seg hver sitt tre med en skjerm eller en gjenstand, og bruke to minutter på å studere videoen eller lese om gjenstanden på de vedhengende lappene, før omviseren vil «teste korttidshukommelsen deres» (Skole D, gruppe 2).



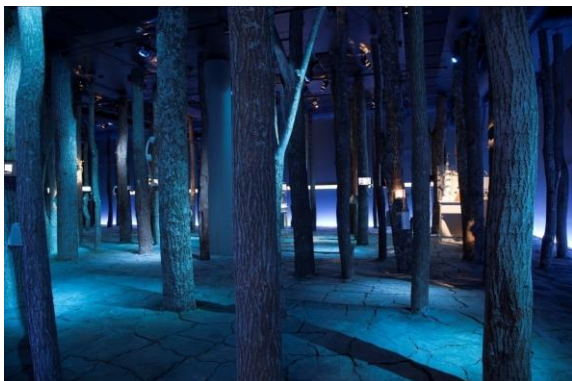
«Mind [the] Gap!»: Overgangen fra spillrommet til skogrommet (foto: Lesley Leslie-Spinks, med tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).

Elevene reiser seg, med litt kantete, lemstre bevegelser etter å ha sittet så lenge på gulvet, men de virket ivrige etter å ta fatt på utfordringen som omviseren hadde annonsert. Inne i skogrommet er det ikke mye prating og uro mens elevene beveger seg rundt mellom trærne. Noen av dem har et kort stopp ved én video eller gjenstand før de beveger seg videre, men i løpet av et par minutter står de alle ved hvert sitt tre, fordypet i konsentrasjon.

Omviser: Okey, da sier vi to minutter fra nå: Lytt eller les! (Omvisning, Skole D2)

Når den tilmålte tiden er ute, kaller omviseren elevene sammen i «lysningen i skogen». Hun ber elevene sette seg ned på putene, og starter en plenumsrunde der hun får elevene til å gjenfortelle hva de har hørt eller sett.

Ikke alle elevene får komme til orde, men i løpet av rundt fem minutter (varierte litt fra gang til gang) er de innom mange av temaene som videoene og de utstilte artefaktene berører.



*Bilde fra skagrammet (foto: Lesley Leslie-Spinks, med tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).*

En av elevene hadde valgt seg et tre der det hang en boks med «Aromat»-krydder, og en lapp med forklaringer. Eleven hadde ikke helt forstått teksten, så omviseren forteller om glutamat – en av de mange nevrotransmittere vi har:

Omviser: I kroppen vår så har vi veldig mye av et stoff – en nevrotransmitter – som heter glutamat. Når man da putter det stoffet for eksempel oppi krydder, og kobler det til salt, for salt får også mat til å smake mer, så betyr det at det får beskjeden fra tunga vår om hva maten smaker til å formidles bedre opp til hjernen. Det er en smaksforsterker. Og da bruker man rett og slett et stoff som vi allerede har mye i kroppen av, som får signalene til å gå veldig mye bedre, inni krydderet, og så betyr det at kjøp mat, billig mat som ikke smaker så veldig mye, med dette fantastiske middelet i seg, smaker mer på grunn av det som skjer mellom disse synapsene våre. (Omvisning, Skole C)

Etter gjennomgangen av hukommelsestesten flytter gruppen seg til den tørkede sjøhesten, og omviser for-

teller historien om Henry Molaison. Hun tegner også et bilde av hvordan et liv uten hippocampus må oppleves:

Omviser: Se for deg hvordan det er å snakke med noen som hvert tjuende sekund glemmer hva dere snakker om... eller hvem du var... Hvis han hadde vært med oss på omvisning så ville han sett på oss, ikke skjant hvem vi var, hvorfor jeg står her og snakker, hvor han var, hvordan han hadde kommet seg hit... (Omvisning, Skole C)

Dette bruker hun til å snakke videre om hvordan Alzheimerspasienter, som altså har en sykdomsangrepet hippocampus, har det. Hun spør også elevene om de kan peke på hvor de kom inn i utstillingen, og repeterer hvordan nyere hjerneforskning knytter stedsansen til hjerneaktivitet i hippocampus. Deretter føres elevene inn i mørkerommet.

Mørkerommet er et krevende rom for omviserne, fordi de ikke kan styre når lys- og lydloopen skal starte. Med Skole C fungerte dette utmerket, mens timingen ble vanskeligere med Skole D. Med Skole E virket ikke loopen i det hele tatt. Ved alle tilfellene får omviseren elevene til å sette seg på gulvet langs veggen. Hun innleder til en lengre samtale om hvilke sanser de har brukt i utstillingen:

Omviser: Vi har brukt hjernene våre i nesten en skoletime nå. Jeg lurer på: Har dere husket på det jeg sa før vi gikk inn i utstillinga, det med å bruke sansene?

Gutt: Ja

Omviser: Er det noen sanser dere føler dere har brukt mer enn andre?

(Omvisning, Skole C)

De fleste svarer at de har brukt synssansen mest, mens andre igjen kommenterer at all lyden har gjort det krevende å få med seg hva omviseren sier. Hun følger opp med å be elevene om å sitte stille med gjennlukkede øyne og kjenne etter hvordan det oppleves å være i dette mørke rommet. «Hvis dette hadde vært en drøm – hva slags drøm hadde det vært?» (Skole D, gruppe 1). De fleste svarer at det hadde vært en skummel drøm – «en skrekkfilm» eller «en sånn tortur-greie». Men andre sier «jeg ser en fugl» eller « jeg synes det så ut som et kunstverk». Flere av elevene forteller også om drømmer som de har hatt, og hvilke assosiasjoner de får av dette. Omviseren forteller også om drømmer og mareritt, og forskningen på dette:

Omviser: Hvorfor drømmer vi? Hva, hva slags funksjon har det i hjernen? Vi har mange som forsker på det, det er for eksempel en finsk forsker. Og han mener at vi drømmer for å... at vi bruker drømmer som en slags trening. For eksempel når vi har mareritt – jeg regner med at alle her har hatt mareritt – Flere: Ja...

Omviser: ... denne forskeren han mener at når vi har mareritt så er det en slags forberedelse, en slags mental trening, på hva vi skulle gjort hvis vi kom i en skummel situasjon som ligner på det vi hadde i marerittet. Hvis man drømmer at man blir jaget av noen, så beiner man i drømmen – ikke sant – kanskje så gjør det at de synapsene blir forsterket oppe i hodene våre, som gjør at hvis vi kommer i samme situasjon så husker vi det, og så beiner vi på...

(Omvisning, Skole C)

Med to av gruppene flytter omviseren elevene til enden av rommet, og får dem til å reflektere over hvordan det endrede perspektivet gir nye assosiasjoner, når de

studerer de lyssatte gjenstandene i taket. En av guttene ved Skole D sa i intervjuet etterpå at det å sitte på gulvet og kikke opp i taket gav ham følelsen av å ligge på et operasjonsbord og vente på å bli dissekert. Kameraten repliserte med at han syntes det var som om verden var opp-ned, siden alt hang i taket og veggene og gulvet var tomme.

Til slutt repeterer omviseren hvordan hukommelsen virker; hvordan gjentakelse styrker de synaptiske koblingene mellom nevronene. Hun forteller også at de skal gjøre et etterarbeid på skolen, hvor de skal bearbeide hva de har lært og opplevd i løpet av museumsbesøket. Hun understreker at de fra museets side er veldig spente på å få tilbakemeldinger på hva elevene sitter igjen med, eller «Hva hippocampusene deres sender ut i langtidshukommelsen i løpet av natta» slik hun formulerte det på slutten av omvisningen med Skole D, gruppe 2.

### Etterarbeidet

Mitt mål for etterarbeidet i det reviderte undervisningsopplegget er å stimulere elevene til å reflektere over hva de har lært, og hva som har gjort mest inntrykk på dem i løpet av møtet med Mind Gap. Blant annet fordi det estetiske uttrykket var så sterkt i utstillingen, ønsker jeg å få elevene til å bearbeide opplevelsen med estetiske virkemidler – og lage en plakat. De får utdelt hvert sitt A3-ark med logoen «Min Mind Gap-opplevelse», og i lærerveiledningen anfører jeg at elevene skal få velge mellom følgende uttrykksformer:

- Tekst
- Tankekart
- Tegning

- Tegneserie

Lærerne oppmuntrer elevene til å bruke farger slik at arbeidene kan fungere som blikkfangende plakater, og jeg annonserer at de beste plakatene vil bli hengt til utstilling på museet. Jeg ber også om at elevene på plakaten gir terningkast for hvor godt de mener dette har fungert som undervisningsopplegg.

Det er litt varierende hvordan de ulike lærerne legger opp etterarbeidet. Ved alle skolene hadde de innledningsvis en idémyldring i plenum, men lærerne ved Skole C og Skole D viste før dette noen bilder fra omvisningen, «bare for å koble oss litt på igjen» som Lærer D1 sa.

Mens opplegget virket mer tilfeldig ved Skole C og Skole E, hadde lærerne ved Skole D planlagt denne introduksjonen grundig. De tretti elevene satt rundt fem gruppebord, i et stort flerbruksrom, og taklyset ble slukket. Så startet en tre minutters automatisk lysbildefremvisning. Elevene fulgte nøye med på bildene, kommenterte og lo til noen av dem, men ellers var rommet preget av ro og fellesskap. Deretter fikk elevene fem minutter til å snakke sammen i gruppene om hva de lærte av fakta i løpet av museumsbesøket og hva som gjorde mest inntrykk, mens lærerne går rundt mellom gruppene. Summegruppene ble oppsummert i en ni minutters plenumsseanse; lærerne ba elevene om å komme med innspill som ble notert ustrukturert på tavla, men med én farge for lærestoff og én farge for inntrykk. Så oppsummerte de:

Lærer D1: Se på den tavla da – supert! Vi sitter igjen med mange inntrykk fra opplevelsen i går. Det skal vi prøve å rydde litt opp i i dag, litt hver for oss. For

dette er jo litt sånn som hverdagen er – vi har mange inntrykk som påvirker oss, og hjernen jobber med mange forskjellige ting samtidig. [...] Det er mange måter man kan rydde opp i hjernen sin på. Dere har mange strategier når dere jobber med leser og sånt også.

Lærer D2: Dere skal altså lage en plakat, og dere kan bruke forskjellige måter å uttrykke dere på – det skal vi si mer om etter hvert. Det er viktig at dere skriver det dere opplevde og det dere sitter igjen med.

(Etterarbeidet, Skole D)

Lærerne snakket litt om sjangere og plakatformater, og viste frem skrin med fargeblyanter, sakser, limstifter, linjal og kladdark som elevene kan bruke. Elevene jobbet så i mellom én og en og en halv time – de fikk gå etter hvert som de sa seg ferdige med plakatene. De fleste valgte tankekartsjangeren, men det var også mange tegninger, fortellinger og kombinasjonsformater. Ved Skole C og Skole E var det noe mindre regi fra lærerne, men ellers forløp etterarbeidet ganske likt. Et gjennomgående trekk ved alle skolene var at jentene jobbet mer konsentrert og med større iver enn guttene.'

### 6.2.3 Rasjonale bak undervisningsopplegget

Robert Wilson og Serge von Arx' Mind Gap var en helt spesiell museumsutstilling, eller for å si det med Aftenpostens Kjersti Nipens ord etter åpningen i april 2011: «Slipper du en verdenskjent scenekunstner inn på museet, er det lite som minner om et museum etterpå» (Aftenposten, 16/4 2011). Og selv om både Lærer A og Lærer B gav uttrykk for at de stort sett var godt forn-

øyde med omvisningen og undervisningsopplegget, var det flere forhold ved begge deler som jeg ønsket å ta tak i etter å ha fulgt klassene deres gjennom forarbeid, museumsbesøk og etterarbeid.

Jeg syntes fra første gang jeg kom inn i utstillingen at den var veldig spennende. De scenografiske virkemidlene var sterke, og kontrastene store mellom de ulike rommene. Jeg måtte spørre meg selv: Hva slags læringsrom kan man bygge med utgangspunkt i et spektakulært kunstutstillingsvitenskapsinnlevelsesunivers som dette?



*Fra speilrommet (Skole A, bilde fra et av hodekameraene).*

I forbindelse med tildelingen av *International Design and Communication Award*, ble Mind Gap beskrevet som følger:

The curatorial intent was to combine form and content in a layout that let people immerse into the universe of neuroscience. [...] This makes the whole exhibition experience into a personal exploration where the visitors are engaged through their body and intellect to take part in the production of meaning and knowledge about neuroscience. (Agency, 2011, s. 6)

Min hovedinnvending mot det opprinnelige undervisningsopplegget var nettopp at elevene ikke fikk ordentlig

anledning til å fordype seg i og bearbeide de opplevelsene som utstillingen gav. Jeg synes det hele ble for distansert og lærestofforientert, og på meg virket det som om man i omvisningen kompenserte for dette ved å fokusere på gruvekkende og sensasjonspregede detaljer – blant annet hvordan hjernene ble fjernet på lik som skulle balsameres i det gamle Egypt. Stine Kühle-Hansen, som altså gjennom sitt mastergradsarbeid hadde observert mange skolegrupper i Mind Gap før, var nok enda mer fortørnet over dette enn jeg. Hun uttalte:

Stine Kühle-Hansen: Det er manglende respekt – også for egypterne... Det er manglende respekt for de hjernene som sitter der. [...] Alt er genialt med den utstillingen, men den er jo brukt helt elendig. [...] Dvelingen ved det groteske ved hjernene – det blir så kaldt, jeg synes det blir så følelseløst. Det gir ikke noe rom [...] for magien som den utstillingen har så store potensialer til å kunne gi, det gir ikke noe empati, det gir ikke noe sosial interaksjon... (Intervju, 20/4/12)

Jeg ser at man hadde prøvd å finne historier som kan være egnet til å fascinere og engasjere elevene, men jeg synes denne tabloidiseringen bidro til å gjøre opplevelsen mer overfladisk når man samtidig hamret i vei med nye faktaspekkede historier. Flere elever oppgav at de hadde kjente seg uvel under omvisningen, og med Skole B var det altså en elev som besvimte (og måtte kjøres vekk i ambulanse, med brudd på hodeskallen). Mye kan altså tyde på at Stine hadde rett når hun hevdet at elevene hadde behov for å distansere seg fra opplevelsen: «Elevene sier vi vil ikke høre, vi vil ikke se...

Noen kaster opp, noen svimer av, og noen bare trekker seg ut av det» (ibid).

Lærerne var riktig nok ikke enige i dette. Lærer A gav tydelig uttrykk for at han mente valget av en sensasjonspreget vinkling var riktig rent pedagogisk:

Lærer A: Det var lagt opp litt sånn at det fenger ungdommene, da... med litt sånn groteske historier og litt sånn... mord og sånn... Mye som traff dem. (Lærerintervju, Skole A)

Lærer B på sin side mente enkelte av elevene som reagerte bare gjorde seg til<sup>14</sup> og at de egentlig hadde syntes det var spennende: «Noen var øre og svimle og kvalme og sånt noe [...] Jaja, det går sikkert bra sier jeg [...] for jeg orker liksom ikke dille så mye» (Lærer B).

Dette var ikke første gang en elev hadde besvimt under omvisning i Mind Gap-utstillingen. Omviseren fortalte at hun selv hadde hatt ni elev-besvimelser tidligere (dog ikke med så dramatisk utfall), og at hun var en av de omviserne med flest besvimelser. Hun hadde diskutert dette med kollegene sine, men syntes det var vanskelig å finne en tydelig forklaring på hva som gjorde at hun fikk spesielt mange besvimelser:

Omviser: Jeg vet ikke ... det har jo helt klart noe med måten jeg forteller på... Men jeg tenker liksom at jeg, ja jeg prøver å spørre om «ja, ikke sant, det er ganske ekkelt»... At jeg vil ha en sånn «ja! jeg står ikke her og snakker om hjerner uten at jeg synes det er ekkelt selv»... jeg vil være åpen om det... det er ikke nødvendigvis...

Snorre: For da er du liksom... personlig emosjonelt engasjert, er det det tror du?

Omviser: Ja, jeg tror det... Ehm... og NN, som er min kollega, han har også hatt en del besvimelser, og han tror jeg prøver å fortelle veldig...

Snorre: Nøkternt?

Omviser: ... rett frem, ja, nøkternt...

Snorre: Ja? Så det blir den andre ytterligheten på en måte, da?

Omviser: Ja...

(Intervju med omviser, 12/4 2012)

Hun kunne også fortelle at elevene falt ikke om inne i speilrommet, der de ble utsatt for de mest ubehagelige sanserintrykkene, men nettopp der gutten fra Skole B gikk i bakken – i lysningen inne i skogrammet:

Omviser: Det stedet hvor han besvimte – der... besvimer nesten alle! På det samme stedet, mellom Henry Molaison og Parkinson... ja, det er liksom på den flekken der har det [ler] ligget elever før også...

Snorre: Hm... man skulle tro de fleste kom i speilrommet?

Omviser: Ja! Det er der det begynner, men det trenger liksom en tid for å bygge seg opp da...

(Intervju med omviser, 12/4 2012)

Dette poenget knytter seg til spørsmålet om regi og om hvordan rommet påvirker oss. Å bygge opp og gi utløp for stemninger og forventninger er en viktig del av undervisningsplanleggingens dramaturgiske håndverk, som jeg også vil komme tilbake til i denne oppgavens Del 2. Regien handler både om innhold, og om form.

---

<sup>14</sup> NB: Eleven som besvimte og fikk brudd på hjerneskillen var ikke i hennes gruppe!



*Lysningen i skogen (fra museets egen video om utstillingen, gjengitt etter tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).*

Formmessig ønsket jeg å legge mer vekt på innlevelse og empati i det reviderte undervisningsopplegget. Dette for å legge til rette for mer fordypning og bearbeiding av opplevelsene i Mind Gap. Jeg ønsket å tone ned de groteske detaljene, og jeg ønsket at omvisningen skulle preges av det Stine kaller et «sansenært språk» som i større grad stimulerer elevene til å kjenne på og bli kjent med sine egne sanseerfaringer:

Stine Kühle-Hansen: Sansenært språk [...] snakker til kroppen. [...] Da kan du legge til kunnskap mens du... ikke sant, bruker kroppen deres som eksempler [...] Hjernen er ikke bare plassert der oppe som noe du *har*; vi *er* den – med alle våre sanser! (Intervju, 20/4 2012)

Innholdsmessig ønsket jeg også helt generelt å redusere detaljnivået, for heller å fokusere sterkere på færre tema. Jeg ønsket å *spille på lag med rommet*, og enda tydeligere løfte frem de forskjelligartede sanseerfaringene som de ulike rommene byr på.

Min mest grunnleggende målsetting er altså å styrke elevenes deltakelse i realfagsundervisningen. Herved går jeg, i likhet med det opprinnelige undervisningsopplegget, på tvers av Mind Gap-designernes intensjon med utstillingen; de var opptatte av å lage en utstilling som

stimulerte de besøkende til åpen og individuelt anlagt *utforskning* av sine egne sanseerfaringer. Da jeg intervjuet ham, uttalte Serge von Arx:

Serge von Arx: It is more interesting if you experience and explore the space with your whole body, physically, with all senses. [...] I would say as a teacher you go in and say, ok you know, explore it yourself. (Intervju, 7/2/12)

Hvorvidt elevene i løpet av en omvisning fritt skulle få utforske hele eller deler av utstillingen på egenhånd, og eventuelt når, var et sentralt spørsmål for meg i samtalen med mine intervjupartnere og i arbeidet med det reviderte undervisningsopplegget.

Lærer A mente elevene burde fått mer tid i tre-rommet, at alle burde fått med seg alle videoene:

Lærer A: Jeg følte at de kunne fått mer ut av det, at det lå mer informasjon der enn det vi tross alt der fikk. [...] Der tror jeg med fordel at de kunne hatt mer tid også, til å utforske selv. (Lærerintervju, Skole A)

Han syntes også at det kunne vært lagt inn noen aktiviteter underveis for å bryte opp fortellerstrømmen, selv om han anerkjente behovet for å styre utforskningen:

Lærer A: Hvis det brytes av med... praktiske ting som de skal gjøre underveis, så tror jeg ikke det er noe problem å ha dobbelt [så lang tid i utstillingen], altså. [...] Men samtidig – det er viktig med denne omvisningen også, altså, for hvis man slipper dem bare fritt så får de ikke sett det som er viktig å se heller. Så det er viktig å finne den balansen, altså. (Lærerintervju, Skole B)



Lærer B var mer skeptisk til å slippe elevene løs i utstillingen, særlig tatt i betraktning av at de bare var åttendeklassinger: «Når de er så små [...] må [du] styre det veldig. I tiende klasse kan du gi dem noen valg» (Lærerintervju, Skole B).

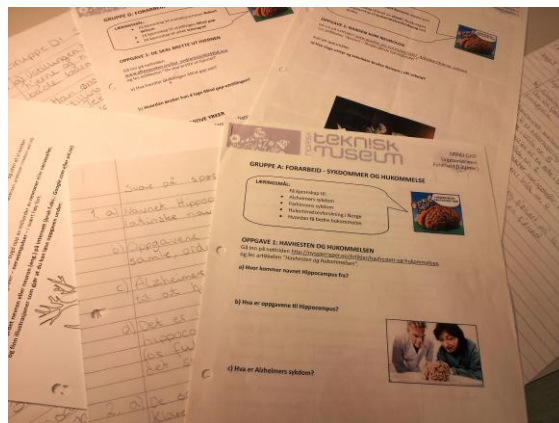
Vi diskuterte om elevene kanskje kunne få utforske hvert rom på egenhånd først, og så få den styrte omvisningen etterpå. Lærer B var skeptisk til dette, og understreket verdien av overraskelsen og det spontane møtet:

Lærer B: De blir kjempeurologiske hvis jeg har sånne aktiviteter først, hvor de skal ta og se på ting. [...] Jeg tror dere får mer oppmerksomhet fra elevene når de ikke vet hva som skjer. (Lærerintervju, Skole B)

Lærer A viste dessuten til at mange av hans elever hadde gått rundt i utstillingen på egenhånd, etter omvisningen. Det var altså ikke entydige tilbakemeldinger fra lærerne etter rundene med Skole A og Skole B med hensyn til om undervisningsopplegget burde utformes med større rom for fri utforskning.

For det er ikke tvil om at omvisningen langt på vei hadde form av en historiefortelling, hvor elevene var passive tilhørere. Selv om omviseren stilte en del spørsmål underveis, og uttalte at hun ønsket å være en «dialogpartner», var de fleste spørsmålene av retorisk eller i hvert fall lukket karakter. Lærerne reagerte ikke på dette, men omviseren snakket mye om hvordan hun særlig med urolige grupper må ha fokus på fremdrift og konsentrasjon og på «å gjete» elevene, og hvordan dette går ut over samtalen. Jeg anerkjenner fullt ut at dette kan være vanskelig, men jeg ønsket å prøve å

legge til rette for å få inn mer genuin dialog i omvisningen.



*Oppgaveark og besvarelser fra det opprinnelige forarbeidet (foto: Snorre Nordal).*

Jeg syntes for- og etterarbeidet i det opprinnelige undervisningsopplegget i for liten grad henvendte seg til elevene. De mange oppgavene berørte i og for seg interessante faglige spørsmål, men de favnet i liten grad tema som en ungdomsskoleelev er opptatt av. Jeg savnet også et etterarbeid som gav elevene mer rom til å – med større grundighet enn hva en uforpliktende samtale fordrer – bearbeide sine opplevelser og det de hadde lært i møte med Mind Gap-utstillingen.

Før jeg satte meg ned for å planlegge et nytt undervisningsopplegg, med nytt forarbeid, nytt etterarbeid, ny omvisningsguide og nye oppgaver i utstillingen, laget jeg med utgangspunkt i refleksjonene ovenfor og min egen praksisteori (jmfør kapittel 1.1.1) en femtenpunkts liste over momenter jeg ville legge vekt på:

1. Overordnet fokus på eksistensielle spørsmål.
2. Grundig forarbeid – elevene må få knagger å henge opplevelsene på, og et presist begrepsapparat. De må også stimuleres og utfordres til å knytte lærestoffet til seg selv, og viktige spørsmål i deres liv.

3. Differensiert forarbeid; elevene bør arbeide i grupper med ulike tema, slik at de har ulike utgangspunkt og kan lære av hverandre i møte med rommet.
4. Engasjert lærer, som med innlevelse og troverdighet tilkjenner at dette også berører hans/hennes liv. Samtidig må ikke læreren/ omviseren ta all oppmerksomhet med seg og sin fortelling. Det må være plass til at elevene får gjøre seg sine egne opplevelser og refleksjoner i møte med rommet.
5. Du-tiltale og dialog.
6. Spille på lag med rommet.
7. Sansenært språk.
8. Bevisst fokus på opplevelsens emosjonelle aspekter.
  - a. På den ene siden: Det ubehagelige, gruevekkende og frastøtende kan få oss til å trekke oss unna og beskytte oss selv; positive opplevelser gjør at vi vokser og åpner oss. Inderliggjøring, ikke fremmedgjøring.
  - b. Samtidig: Kontrovers og konflikt kan være viktige virkemidler for å fremme engasjement, relevans og innlevelse.
9. Stram regi, som også omfatter sekvenser der elevene oppfordres til å dvele ved og utforske tydelig angitte deler av rommet på egenhånd.
10. Fokus på individidet; tilrettelegge for at hver enkelt skal få gjøre seg sterke opplevelser.
11. Fokus på engasjert dialog, der elevene får brukt forarbeidet og sine egne opplevelser.
12. Fokus på gruppedynamikk; involvere de ulike forarbeidsgruppene og legge opp til diskusjoner hvor de kan dra veksel på hverandre.
13. Tydelig og bevisst dramaturgi; med oppbygning, variasjon og avrunding; gjentakelser og overraskelser.
14. Oppsummerende etterarbeid som involverer alle og løfter frem de ulike forarbeidene.
15. Perspektiverende etterarbeid; viser mulige fordypningsveier med utgangspunkt i opplevelsen.

Disse punktene ble altså ført i pennen før jeg laget det reviderte undervisningsopplegget, og altså før jeg hadde bestemt hvilke formmessige revisjonsgrep jeg ville gjøre. Det er følgelig litt varierende hvor godt listen beskriver det endelige opplegget, med nytt forarbeid, omvisningsguide og etterarbeid, men de mest grunnleggende trekkene vil man likevel finne igjen. Eksempelvis valgte jeg å se bort fra punkt 3 i forarbeidet, for å styrke elevenes opplevelse av fellesskap i møte med den til dels skremmende utstillingen.

Jeg valgte også å tilrettelegge det nye undervisningsopplegget for niendeklassinger i stedet for åttendeklassinger. Dette fordi de fleste lærebøkene behandler læreplanens tema knyttet til hjernen og nervesystemet det andre året på ungdomsskolen<sup>15</sup>. Både ved Skole A og Skole B ville de jobbe med dette det påfølgende året, og jeg ønsket at dette reviderte opplegget skulle være tettere på den ordinære undervisningen.

---

<sup>15</sup> Aschehougs Tellus 9 har ett kapittel om nervesystemet, sansene og hormonsystemet. Gyldendals Eureka 9 har ett kapittel om nervesystemet, ett om hormonsystemet og ett kapittel om pubertet, sex og samliv. Cappelen Damms Trigger 9 har ett kapittel om sansene, hjernen og nervesystemet.

Samtalene med og innspillene fra Stine Kühle-Hansen har satt et tydelig preg på både det reviderte undervisningsopplegget og mine analyser av Mind Gap-casen. Ett av de mange vellykkede elementene som Stine foreslo var fokuset på speilnevroner inne i speilrommet.

La meg oppsummere rasjonalet bak undervisningsopplegget ved med utgangspunkt i planleggingsspørsmålene som jeg presenterte i kapittel 1.1.1:

- *Ansats og angrepsvinkel* i mitt undervisningsopplegg til Mind Gap-utstillingen knyttet seg altså til hva som skjer i kroppen vår når vi er forelska.
- Mitt *motiv* for undervisningsopplegget var å fremme elevenes forståelse og respekt for egne og andres reaksjoner og følelser, og å stimulere deres fascinasjon for menneskets kapasitet – både hjerneforskerne, og alle oss andre.
- De *berøringsflatene* elevene fikk med lærestoffet omfattet faktaark og et småkleint/småmorsomt rollespill med manus, omvisning i en kunstinstallasjonsutstilling på Teknisk museum, geleidet av en historiefortellende museumspedagog, og videoglimt fra ulike sider av hjerneforskningens verden.
- De *bearbeidingsstrategiene* som elevene fikk stilt til rådighet gjennom undervisningsopplegget tok utgangspunkt i dialogen med lærer og museumspedagog i forkant av, underveis i og etter utstillingen. I tillegg fikk elevene altså i oppgave å lage en avsluttende individuell refleksjon over erfaringen, med kreativt uttrykk.

## 7. Presentasjon av casen Vindmølleuka

### 7.1 Om Vindmølleuka

#### 7.1.1 Bakgrunn

Education is the most powerful weapon we can use to change the world. (Mandela, 2003)



*Michael Davis' selvbygde vindturbin (foto fra <http://www.mdpub.com/>).*

Hvordan kan fysikkundervisning brukes som et verktøy for å gi elevene handlingskompetanse i møte med verdens bærekraftsutfordringer?

Jeg diskuterte dette spørsmålet med min kollega Janne Fossum mens jeg underviste på videreutdanningen for fysikklærere høsten 2010. Helt siden arbeidet med Newton-prosjektet i Nannestad – hvor også Janne var med, og hvor vi bygde små savonius-turbiner (vertikalakslende «brusflaskevindmøller») – har jeg hatt lyst til å lage undervisningsopplegg med bygging av større vindturbiner. Noen søk på internett ledet meg til gjør-det-selv-entusiasten Michael Davis<sup>16</sup>, som presenterer seg med det lakoniske understatementet: «Hi, I'm Mike Da-

<sup>16</sup> <http://www.mdpub.com/>

vis. I like to build things». Han bygger alt fra jetmotorer til teleskop, solcellepaneler og altså vindturbiner, med enkle, lett tilgjengelige materialer.

Janne og jeg vurderte å lage et lærerkurs med bygging av slike turbiner, rettet mot faget Teknologi og forskningslære, men vi måtte forkaste planene på grunn av ressursmangel. Da jeg nevnte dette for Egil Olsen, som har ansvar for utviklingsarbeid knyttet til Teknologi og forskningslære og Lektor2-programmet<sup>17</sup> ved Naturfagsenteret, fortalte han at selv jobbet med et vindturbin-byggingssjektiv ved Rælingen videregående skole – i samarbeid med NHO og NTNU.

Jeg ble med Egil Olsen på et møte med Håvard Holm (NTNU) og Ola Risnes (NHO, Næringsliv i skolen) hos Kurt Nilsen ved NHO Vestfold. Nilsen hadde da gjennomført et meget vellykket sommerkurs for niendeklassing-er med bygging av vindturbiner. Han hadde gjennom kontakter i Kina skaffet rimelige, oppgirede tolvvoltsmotorer som de brukte til turbingeneratorer, samt kulelagre og sykkelcomputere (turtallsmålere). NHO ville sammen med Naturfagsenteret kunne stille utstyrs-pakker til disposisjon for andre som ønsket å gjennomføre lignende prosjekter. Håvard Holm og NTNU hadde dessuten utviklet en webapplikasjon for design av tur-

<sup>17</sup> Lektor2-programmet innebærer at fagpersoner fra industri og arbeidsliv deltar aktivt i realfagsundervisningen ved ungdomsskoler og videregående skoler. I skoleåret 2012-2013 var 160 skoler og 260 partnerskapsbedrifter omfattet av ordningen, som koordineres av Naturfagsenteret. Les mer på [www.lektor2.no](http://www.lektor2.no).

binvinger fra avløpsrør, og det ble også arbeidet med en nettbasert lærebok om vindturbinkonstruksjon.



*Teknologi og forskningslære med vindturbinbygging ved Rælingen videregående skole (foto: Egil Olsen).*

Jeg hadde på dette tidspunktet gjennomført det seminarbaserte PhD-kurset *Education for Sustainable Development* ledet av f.am. Astrid Sinnes. Vi var tre PhD-studenter som fulgte kurset – meg selv, Kirsti Jegstad og Hayley Bentham fra Sør-Afrika – og vi fikk ansvar for innledning til hvert vårt seminar. I mitt seminar – *Sustainable energy and ESD* – tok jeg utgangspunkt i Lester Browns bok *World on the edge* (Brown, 2011) og David MacKays *Sustainable energy without the hot air* (MacKay, 2009), i tillegg til artiklene «The action competence approach» (Mogensen & Schnack, 2010), «Education researchers as environmental activists» (Malone, 1999), «Environmental education: Where is our place in the green movement» (Strife, 2010) og «Constructing apathy», den tidligere omtalte artikkelen til Michael Nagel (Nagel, 2005). Jeg diskuterte hvordan et undervisningsopplegg basert på Michael Davis' byggeanvisninger kunne svare på de ulike utfordringene som den nevnte litteraturen reiser.

Jeg kom også over historien om den malawiske gutten William Kamkwamba, som fjorten år gammel måtte slutte på skolen fordi familien ikke hadde råd til å betale

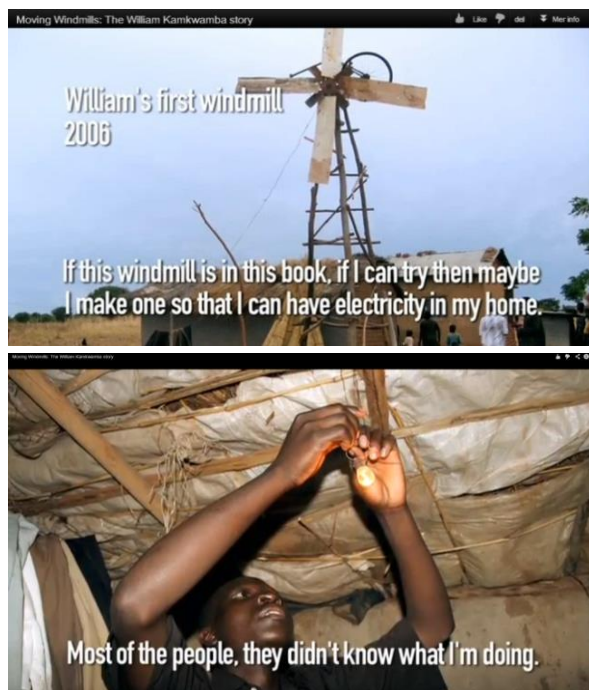
#### Gruppeutfordringer i Vindmølleuka:

1. Fyll rollene!
2. Hvor skal dere bo for å leve så bærekraftig som mulig?
3. Hva skal være deres framtidige el-forbruk?
4. Konkret bærekraft: Bygg et tårn!
5. Bli enige om turbindingdesign!
6. Bygg en vindturbin!
7. Test turbinen!
8. Lag en magnet!
9. Lag strøm!
10. Mål strøm, spenning og resistans
11. Få turbinen til å lage strøm!
12. Optimaliser turbinen!
13. Effektmåling på turbinen
14. Selvberging:
  - a. Hvor mange turbiner ville dere trenge for å bli selvforsynte med elektrisk energi?
  - b. Hvor mange kommersielle fritidsturbiner av samme størrelse ville dere trenge?
  - c. Hva vil prisen da være per kWh?

skolepengene. I stedet gikk han til landsbybiblioteket – på jakt etter bøker – særlig bøker om fysikk og naturvitenskap. På biblioteket fant han en bok med tittelen «Using energy» og med bilder av vindmøller på forsiden (han sier selv et annet sted at han ikke kunne lese engelsk så godt, så han så på bildene).

William bestemte seg for å bygge en vindmølle, og fant materialer på skraphauger rundt omkring: en traktorvifte, en sykkelramme, en støtdemper, et PVC-rør. Moren hans og folk i landsbyen mente han var i ferd med å miste forstanden, men etter to måneders arbeid ble

huset til William det første som hadde innlagt strøm (til fire lyspærer og to radioer).



Bilder fra youtube-filmen om William Kamkwamba (fra [www.youtube.com](http://www.youtube.com)).

William ble en lokal selebritet, ryktet om ham begynte å spre seg, og før han visste ordet av det var han på forsiden av avisene og ble invitert til konferanser i utlandet. Han er nå i ferd med å utdanne seg til ingeniør og vil bygge vindturbiner som kan forsyne landsbyen med elektrisitet og vann (vinddrevne pumper) til irrigasjon.

Da jeg satt og søkte på YouTube etter filmer om William, kom jeg også borti en musikkvideo fra en norsk hiphop-duo fra Hakadal med navnet OrdBruk, som sang låta *Jeg gidder ikke mer*. Her heter det blant annet:

Det er så mye jeg ikke gidder  
men det gidder jeg'kke legge fram  
vettafa'n, gidder ikke å tenke på det en gang.  
Så hvis du tenkte deg  
at jeg kunne hjelpe deg

så må du skjerpe deg [...]

For vi er dritlei, vi orker ikke iddioter som deg!

(Vi gidder ikke mer, OrdBruk)

Kontrasten mellom William og de norske guttene er sterk, og det slo meg at dette kunne utgjøre en spennende ramme for et undervisningsopplegg rettet mot norske ungdommer. Jeg kom i kontakt med en ungdomsskolelærer som ble meget engasjert da jeg fortalte om idéen med vindmøllebygging og bærekraftig utvikling som undervisningstema. Vi ble enige om å prøve å gjennomføre dette med elevene hennes, og jeg satte meg ned og laget en skisse til et ukelangt undervisningsopplegg. Gjennom Lektor 2-ordningen fikk vi støtte til å gjennomføre dette for en gruppe skoleelever ved verkstedet tilknyttet Energilaboratoriet til UMB. Gruppen ble sammensatt av elever fra hele niende trinn, på bakgrunn av individuelle søknader. Læreren vurderte hvem av søkerne som skulle få plass. De kriteriene hun la til grunn omfattet særskilte behov for mer praktisk undervisning, kjønn (kvotering av jenter), og kvaliteten på elevenes egne begrunnelser. Til slutt sto vi igjen med 24 elever som plukket ut til å være med på «Vindmølleuka». De skulle få fri fra all annen undervisning denne uka, men måtte selv ta ansvar for å ta igjen det tapte i andre fag når de kom tilbake til skolen.

Da undervisningsopplegget mitt var klart, skrev altså jeg og Kirsti Jegstad sammen et paper til SAARMSTE<sup>18</sup>-konferansen i Malawi (Jegstad & Nordal, 2012) der vi vurderte hvordan dette opplegget kunne fremme kompetansene frigjørende handlekraft («empowerment»)

---

<sup>18</sup> Southern African Association for Mathematics, Science and Technology Education.

og kritisk tenkning i utdanning for bærekraftig utvikling (UBU). Jegstad la frem dette paperet på konferansen i Lilongwe i januar 2012.

Mens Jegstad ønsket å bruke Vindmølleuka som en case til sin doktorgrad om lærerutdanning og UBU, betraktet jeg det som et sidespor i forhold til doktorgraden min. Min motivasjon for å gjennomføre dette bunnet nok mest i nysgjerrighet, virketrang og lengselen etter å møte elever. Da jeg likevel valgte å innlemme Vindmølleuka i PhD-prosjektet mitt, var det altså fordi jeg opplevde at Mind Gap-utstillingen (som jeg kommer tilbake til om litt) trengte et kontrapunkt. Samtidig bestemte Jegstad seg for å likevel ikke bruke Vindmølleuka videre, og jeg overtok alle data som hun hadde samlet inn.

Jegstad samlet altså inn data med henblikk på en oppfølgingsartikkel etter SAARMSTE-paperet, med fokus på å analysere hvilke UBU-kompetanser elevene fikk trent gjennom opplegget. Da Kirsti Jegstad overlot materialet til meg var det ennå ikke ferdig analysert, men mye av det er svært relevant for mitt prosjekt – til tross for at Jegstad hadde et annet fokus enn det jeg har. Samtidig kan jeg supplere Kirstis data med mine egne notater og refleksjoner fra uka.

Jegstad tok lydopptak av dialogen i to av seks grupper gjennom hele uka, og også av all plenumsaktivitet. I tillegg var hun til stede og tok feltnotater, og hun filmet to av fremføringene på slutten av uka. I etterkant av Vindmølleuka gjennomførte hun også to fokusgruppeintervjuer – ett med utvalgte elever og ett med meg og de to lærerne som fulgte uka.

### 7.1.2 Beskrivelse av Energilaboratoriet



*Energilaboratoriet ved UMB (foto: Snorre Nordal).*

Energilaboratoriet, på universitetet bedre kjent som IMT Fløy IV, er lokalisert i en teglsteinskledd maskinhall oppført på 1960-tallet til det daværende Landbruksteknisk institutt. Bygningsarealet er på drøyt tusen kvadratmeter, og på taket er det et undervisningsanlegg med solfangere og solcellepaneler. Fasadene mot sør og vest domineres av ni industriporter, flankert av mindre ståldører.

Innvendig er bygningen inndelt i flere seksjoner, som blant annet rommer Energilaboratoriet. Dette er et forsknings- og undervisningslaboratorium hvor det arbeides med fornybar energi, med særlig fokus på bioenergi. Et tjuetalls vitenskapelig ansatte, og mange mastergradsstudenter, er tilknyttet laboratoriet. I tillegg til Energilaboratoriet inneholder bygningen en betonglab, en maskin- og prosesslab, og en konstruksjons- og designlab. Det er også flere hemser og mindre arbeidsrom i tilknytning til laboratoriene.

Vi holder gjennom uka til i verkstedhallen som ligger inntil energilaboratoriet. Det visuelle inntrykket som du får når du kommer inn i rommet, er industrielt. Inventaret er dimensjonert for å tåle røff behandling, og bygningselementene – alt fra det grå betonggulvet til de 80

cm brede, buede limtredegerne som bærer taket – utstråler tyngde og soliditet. Det er høyt under taket, som i en fabrikk, og lys strømmer inn gjennom vinduer høyt oppe på veggen. Utstyr, materialer og maskiner er grovkalibrede; her kjører man trakk når noe skal flyttes på! Benkeplatene er 15 cm tykke, og fulle av verktøy. Det lukter støv og metall og smøringsolje. De som arbeider ved energilaboratoriet går rundt med blå labfrakker med hvit UMB-logo, og vi ser dem gå frem og tilbake mellom eksperimenter, mekking og veiledning.



*Grove limtredegerne bærer Energilaboratoriet (foto: Snorre Nordal).*

Elevene ble plassert i seks grupper med hvert sitt gruppebord. De satt rundt bordene når jeg holdt fore-

drag eller de skulle løse teorioppgaver; ellers fungerte bordene som base for gruppene – her oppbevarte de materialer og verktøy og her hadde de gruppas perm og PC. Ellers foregikk det praktiske arbeidet rundt på ulike stasjoner i lokalet, med arbeidsbenker og fastmontert verktøy.

På den ene sideveggen hang det en tavle og et lerret, som jeg brukte til mine innledninger, og jeg hadde PC med projektor stående på en utstyrsvogn. Ellers var det lite som minnet om et klasserom.

### 7.2 Undervisningsopplegget til Vindmølleuka

#### 7.2.1 Læringsmål knyttet til Vindmølleuka

Mitt overordnede mål for uka var altså å gi elevene en klar fornemmelse av at verden kan forandres, og at hver og en av dem har mulighet til å gjøre en viktig forskjell. I tillegg ønsket jeg selvsagt å gi dem konstruksjons erfaringer og lære dem litt praktisk elektromagnetisme og energifysikk. Jeg ønsket at de skulle oppleve fysikk som et spennende fag som setter den som behersker det, i stand til å finne og implementere løsninger på mange av verdens små og store utfordringer.

Jeg formulerte konkrete læringsmål for uka, basert på utvalgte kompetansemål i læreplanene for fag elevene hadde på skolen – også her for å rettferdiggjøre overfor foreldre og skoleledelse at elevene brukte en hel undervisningsuke på dette. Disse kompetansemålene (hentet fra læreplanene for Matematikk, Naturfag, Kunst og håndverk, Samfunnsfag og Norsk) er gjengitt i Vedlegg 7. Min praksisteori, oppsummert i fem punkter i kapittel 1.1.1, har også her påvirket innretningen av undervisningsopplegget.



Læringsmålene for uka omfatter følgende tretten punkter (i ikke prioritert rekkefølge):

Elevene skal i løpet av Vindmølleuka få vist at de kan...

1. Fordele og fyller ulike ekspertroller i et gruppearbeid, og samarbeide om et felles prosjekt over flere dager
2. Samle inn, gjøre beregninger med og vurdere data knyttet til egen families energiforbruk per person per dag, og sammenlikne dette med normalforbruket i Norge og i utviklingsland
3. Gjøre rede for energibegrepet i fysisk forstand, og hva som menes med begrepet energikvalitet
4. Problematisere og diskutere hva som er et bærekraftig elektrisitetsforbruk
5. Vurdere innvirkningen varierende meteorologiske forhold har for muligheten for såkalt *off grid living* (å leve uten elektrisitetsforsyning)
6. Med enkle materialer bygge en vindturbin (vingeradius 45 cm) med tårn
7. Forklare hvordan en elektromagnet fungerer, og hvordan en generator produserer strøm
8. Bruke multimeter til å måle strøm og spenning fra en vindturbin i drift, og beregne effekten
9. Vurdere hvordan ulik turbindesign og varierende antall turbinvinger påvirker ytelsen til en selvbygd vindturbin
10. Beregne teoretisk maksimaleffekt for en vindturbin, med utgangspunkt i en oppgitt vindhastighet

11. Beregne virkningsgrad for en vindturbin, og vurdere hvilke faktorer som bidrar til å redusere virkningsgraden
12. Gjøre overslagsberegninger og vurdere hvor mange selvbygde vindturbiner gruppen ville trenge for å bli selvforsynte med elektrisitet
13. Dokumentere gruppens arbeid gjennom uka, og formidle resultat og konklusjoner til et publikum

Disse læringsmålene kommer jeg tilbake til når jeg i kapittel 9.3 vurderer hvordan Vindmølleuka fungerte som læringsrom for elevene.

### 7.2.2 Beskrivelse av undervisningsuka

Vindmølleuka ble gjennomført 5. til 9. mars 2012, og mitt overordnede mål for uka var intet mindre enn å gi elevene en opplevelse av at de kan bidra til å forandre verden. Jeg ønsket at de gjennom uka skulle kjenne at de ble utfordret, at utfordringen var betydningsfull – for dem, og at de måtte samarbeide for å mestre oppgaven.

Elevene ble således delt i seks grupper, med fire elever i hver gruppe, og i løpet av uka ble de presentert for til sammen 14 «gruppeutfordringer» som de skulle løse sammen (se innfelt boks på neste side). Den første av disse var å fordele følgende fire roller seg imellom: A) Miljøvernminister, B) Industridesigner, C) Elektroingeniør, D) Vitenskapsjournalist. Rollene relaterer seg altså til jobber (yrker) som er svært ulike, men som har det til felles at de krever realfaglig innsikt. Til hver rolle fulgte det en stillingsinstruks (se Vedlegg 1), og de hadde hver sin dag som «gruppesjef». Jeg gjennomgikk

stillingsinstruksene i plenum, og det ble utdelt visittkort. Ansvarsfordelingen mellom de fire i gruppa var ellers definert slik:

- A. Miljøvernministeren: Gruppeansvar for miljøbevissthet, beregninger og tidsfrister
- B. Industridesigner: Gruppeansvar for design, funksjonalitet og effektivitet
- C. Elektroingeniøren: Gruppeansvar for energi, strøm, spenning, effekt, og målinger
- D. Vitenskapsjournalisten: Gruppeansvar for å forklare, dokumentere, inspirere og formidle

Hver gruppe ble tildelt hvert sitt kontinent – Europa, Afrika, Asia, Oseania, Latin-Amerika og Nord-Amerika. Gruppene fikk hver sin perm. I denne fant de oversikt over meteorologiske data (vind, sol, nedbør, maksimums- og minimumstemperatur) for utvalgte byer på sitt kontinent. De fant også Fremtiden i våre hendes faktaark «Urettferdig fordeling», «Forbruk» og «Hvor fornybar kan verden bli innen 2050?». På bakgrunn av dette skulle de nå velge en by hvor gruppen ville bosette seg for «å leve så bærekraftig som mulig». Miljøvernministeren skulle lede gruppearbeidet, og vitenskapsjournalisten skulle dokumentere beslutningsprosessen og argumentene.

Senere skulle de, på bakgrunn av statistiske tabeller og databaser, strømgeregninger hjemmefra og egne målinger prioritere og beregne hvilket elektrisitetsforbruk gruppen skulle ha i sitt fiktive samliv. Dette ville så utgjøre målestokken for den ultimate utfordringen på slutten av uka: Hvor mange vindturbiner gruppen ville trenge for å bli selvberget med elektrisitet.

#### Gruppeutfordringer i Vindmølleuka:

1. Fyll rollene!
2. Hvor skal dere bo for å leve så bærekraftig som mulig?
3. Hva skal være deres framtidige el-forbruk?
4. Konkret bærekraft: Bygg et tårn!
5. Bli enige om turbindesign!
6. Bygg en vindturbin!
7. Test turbinen!
8. Lag en magnet!
9. Lag strøm!
10. Mål strøm, spenning og resistans
11. Få turbinen til å lage strøm!
12. Optimaliser turbinen!
13. Effektmåling på turbinen
14. Selvberging:
  - a. Hvor mange turbiner ville dere trenge for å bli selvforsynte med elektrisk energi?
  - b. Hvor mange kommersielle fritidsturbiner av samme størrelse ville dere trenge?
  - c. Hva vil prisen da være per kWh?

Dette utgjorde på sett og vis rammefortellingen for uka: en åpning med gruppeutfordring 1 til 3, og en avslutning med gruppeutfordring 14. Disse oppgavene skiller seg fra de øvrige på gruppeutfordringslisten ved at de handler om mellommenneskelige og politiske prioriteringer. Resten av oppgavene er av mye mer praktisk karakter, og går rett inn i det som elevene nok forventet å møte i Vindmølleuka på universitetets Energilaboratorium – bygging av vindmøller.

Utfordring 4 til 6 er alle formulert som ganske åpne oppgaver, for at gruppene skulle få utfolde seg med

#### Plan for uka:

##### Mandag (gruppesjef: miljøvernministeren)

- Hvor bærekraftig lever du i dag?
- Hvordan kan *du* leve så bærekraftig som mulig?
- Velg hvor dere skal bo, og hvilket energiforbruk dere skal ha
- Konkret bærekraft: Bygg et tårn!

##### Tirsdag (gruppesjef: industridesigner)

- Design og test deres egen vindturbin

##### Onsdag (gruppesjef: elektroingeniøren)

- Få turbinen til å lage strøm

##### Torsdag (gruppesjefer: alle)

- Optimaliser turbinen ved hjelp av blant annet datasimuleringer og aerodynamikk

##### Fredag (gruppesjef: vitenskapsjournalisten)

- Gjør ferdig presentasjon av prosjektet. Arbeidstittel: "Strømmen lager vi sjøll!"
- Frakt vindturbinen til skolen; monter og presenter!

kreativitet og løsningsmangfold. Utfordring 8 til 10 er ganske korte, stiliserte øvelser. Disse skulle gi gruppene, og da særlig Elektroingeniørene, konkrete utgangspunkt for å forklare hvordan en generator fungerer. Utfordring 7 og 11 til 13 er mer styrte oppgaver, hvor elevene skulle følge en oppskrift.

Innimellom arbeidet med utfordringene holdt jeg korte teoretiske forelesninger, som omhandlet alt fra energiregnskap til elektromagnetisme og aerodynamikk.

Jeg hadde selv regi og undervisningsansvar for hele uka, bortsett fra en økt på mandag og en økt på onsdag som en mastergradsstudent ledet. Ellers hadde UMBs

Skoletjeneste også stilt student-veiledere til min disposisjon til de praktiske arbeidsøktene. I tillegg var en til to lærere fra skolen til stede hele uka. Kirsti Jegstad observerte stort sett passivt, og en del andre ansatte var også innom i løpet av uka for å se på hva vi holdt på med. Kirsti fulgte to av gruppene ekstra tett, med lydopptak av gruppearbeidet og et avsluttende gruppeintervju.

#### 7.2.3 Rasjonale bak undervisningsopplegget

Undervisningsopplegget til Vindmølleuka sprang altså ut av et doktorgradskurs i Utdanning for bærekraftig utvikling (UBU), og mitt ønske om å la elevene oppleve at fysikkfaget kan brukes til å gjøre en meningsfull forskjell i verden. I artikkelen jeg skrev med Kirsti Jegstad diskuterte vi hvordan undervisningsopplegget ville kunne stimulere kompetanseområdene *kritisk tenkning* og *empowerment*, med utgangspunkt i en analyse av UBU-relevante kompetanser (Jegstad & Nordal, 2012). Våre analyser baserte vi på OECDs kompetanserammeverk (jæmfør de Haan, 2010; ECE, 2011; M. G. Jackson, 2011) og didaktisk teori knyttet til UBU (bl.a. Mogensen & Schnack, 2010; Pace, 2007; Saul, 2000; Tilbury & Wortman, 2004), og til hver av de to kompetanseområdene assosierte vi tre ulike læringsmålkatogier:

- Kritisk tenkning:
  - a) Kunnskap og presisjon
  - b) Systemtenkning – å lete etter helheter og sammenhenger
  - c) Beslutningsdyktighet
- Empowerment:
  - a) Relasjon til «virkelige problemer»
  - b) Samfunnsrelevans

c) Vitenskapelig relevans

I artikkelen, som altså ble skrevet før Vindmølleuka var gjennomført, konkluderte vi med at undervisningsopplegget omfattet alle disse læringsmålkategoriene, og at de to kompetanseområdene derved ville kunne bli grundig øvet. Merk at de seks kategoriene ovenfor speiler flere av punktene i min praksisteori, som jeg presenterte i kapittel 1.1.1.

I tillegg gjorde et rekrutterings- og karriereveiledningsperspektiv seg tydelig gjeldende i undervisningsopplegget. De ulike yrkene som gruppe medlemmene ble satt til å gestalte representerer et bredt utvalg av jobber der realfagskompetanse er avgjørende, og med yrkestitler som miljøvernminister og industridesigner gikk de også utover de ingeniørfaglige realfagsstereotypene. Slik håpet jeg også å kunne inspirere elever som i utgangspunktet ikke betrakter seg som realister (jmfør Schreiner, 2008). Dette veiledningselementet ble gjort ytterligere relevant i og med at undervisningsopplegget ble gjennomført innenfor rammene av Lektor2-programmet, der jeg og mine medhjelpere også fremsto som representanter for universitetet som arbeidsplass.

Undervisningsopplegget til Vindmølleuka kan også oppsummeres med utgangspunkt i planleggingsspørsmålene fra kapittel 2:

*Ansatsen og angrepsvinkelen* i Vindmølleuka er spørsmålet som favner ungdomstidens kvintessens: «Hva skal jeg bli?». Dette spørsmålet adresseres indirekte ved fordelingen av de ulike yrkestitlene, og gjennom det delvis selvdrevne konstruksjonsprosjektet – hvor de, som i arbeidslivet, blir ansvarliggjort med dedikerte

funksjoner, samtidig som de må utfylle og hjelpe hverandre.

*Motivet* mitt med undervisningsopplegget er å gi elevene tro på at de kan bidra til å gjøre verden mer bærekraftig, og at realfagene kan gi dem relevant kompetanse til dette korstoget. Samtidig ønsker jeg å stimulere dem til å stille konstruktive spørsmål både ved det jeg og andre lærere presenterer som sannheter, og ved det de støter på av mer eller mindre dogmatiske svar i livet ellers.

*Berøringsflatene* jeg gjennom uka gir elevene med lærestoffet omfatter rørende/opprørende videosnutter, omvisning, gruppeeksperimenter, fokuserte diskusjonsoppgaver, et langsgående rollespill med stillingsinstruksjoner, konstruksjonsoppgaver, beregningsoppgaver og forelesninger. Gruppen er det bærende elementet i undervisningsopplegget; elevene skal samarbeide og utfylle hverandre innenfor denne rammen, og slik utvikle samhørighet og gruppeidentitet.

*Bearbeidingsstrategien* i Vindmølleuka knytter seg først og fremst til prosjektpresentasjonen som gruppen holder på fredagen. Her skal de, under ledelse av vitenskapsjournalisten, reflektere over sine besvarelser på de 14 gruppeutfordringene – som kulminerer med «sjøbergingsutfordringa». De skal fortelle om hvordan de har arbeidet, demonstrere sin selvbygde vindturbin, og forklare hvordan denne fungerer. Bearbeiding utover dette vil foregå på skolen, under ledelse av elevenes vanlige lærere.

# del 4 analyser & resultater

## 8. Analyser av Mind Gap

Mind Gap-utstillingen representerer en samling helt unike rom. Det var kunstnere som sto for både planlegging og utforming av det som i utgangspunktet var ett tomt og anonymt lokale. Teknisk Museums temporærutstillingsavdeling har rommet mange forskjellige utstillinger, blant annet den prisbelønte *Klima X* (2007-2009)<sup>19</sup> da publikum iført knall gule gummistøvler vasset rundt i 10 cm vann mellom smeltende isblokker og interaktive videovegger, men aldri før har design og uttrykk så tydelig tangert installasjonskunsten. Prosjektleder og seniorkurator Henrik Treimo skriver følgende om hvorfor de valgte å involvere scenekunstneren Robert Wilson i arbeidet med utstillingen:

We chose to work with Robert Wilson because we wanted an exhibition in which the audience was envisaged as part of the design *per se* and where seeing and hearing the exhibits was also a physical experience. Wilson is best-known as a theatre director. For several decades, he has experimented with space, sound, light, movement and objects in his productions. Based on the fundamental assumption that words are no more important than other means of communication, he has, among other things, produced a seven-hour long silent opera *Deafman Glance* (1971). (Treimo, 2013, s. 262)

Å tumle gjennom denne utstillingens ulike rom var for mange en sterkt sanselig og nærmest rystende opple-

velse. Episoden med gutten som besvimte, tydeliggjorde med fryktelig kraft hvordan læringsrommet kan påvirke den lærende og læringsprosessen. For andre var utstillingen først og fremst rar og utilgjengelig. Både Lærer B og Lærer C tilhørte nok i utgangspunktet den siste kategorien, dersom man skal tolke følgende karakteristikk fra lærerintervjuene:

Lærer B: Jeg er [...] veldig sånn konkret... altså, ikke noe sånn filosofisk anlagt, liksom. Og da er liksom, som det siste rommet [...] Jaja, det er noen rare ting, liksom. [...] Jeg synes absolutt de to første rommene var mest morsomme. Det siste var jo bare litt lyd og så skal de skvette litt, liksom. [...] Og så bare... å ja, så var det litt sånn... spøkelseshusaktig. (Lærerintervju, Skole B)

Lærer C: Ehm... jeg, personlig, jeg skjønte ikke helt poenget med en skog... Men det var bare personlig. [...] For det var ganske brå overgang fra *super high tech*, nesten en sånn... *Star Wars type*... og så «boff!», og så skog... [...] Og så til slutt, selve kunst... installasjonen... og det var... rart... / *mean*, masse utstyr i taket og gulvet var litt på skrå og det hele var veldig... *okey*, kunst... men... [...] Jeg gikk der og tenkte «*Okey, modern art*», «*Yeah, okey*, her kommer kunstverket»... (Lærerintervju, Skole C)

Samtidig er det viktig å påpeke at de skoleklassene jeg har fulgt, opplevde utstillingen gjennom guidede omvisninger, som del av skolerettede undervisningsopplegg. De to undervisningsoppleggene som ble fulgt var ganske forskjellige, men grunnleggende sett kan vi si at elevene

<sup>19</sup> Utstillingen fikk en nordisk museumspris, og ble i 2009 tildelt den internasjonale *Roy L. Shafer Leading Edge Award* fra Association of Science-Technology Centers (ASTC) – populært omtalt som Vitenstrenes Oscar-pris.

nes møte med rommet, objektene og de bakenforliggende historiene ble satt inn i strukturert rammeverk som hadde til formål å fremme faglig læring – vel så mye som sterke opplevelser. Scenograf og designer Serge von Arx går langt i retning av å si at dette strider mot idéen bak utstillingen:

Snorre: To what extent have you and Wilson intended the Mind Gap exhibition to be an arena for learning? Was that at all...?

Serge von Arx: Well, I think, a starting point, maybe not so much learning [...] – what should the four to six year olds learn and what should the seven to ten years learn – but maybe it's much more connected to [...] curiosity as the main ending or drive to learn something. I mean, as we all know, if you go to school and they tell you you have to learn this and that, it takes very long time, you'll be very reluctant, but if there's something that attracts your curiosity and fascinates you, you want to and you try to learn it in a totally different way [...] – stirring this more general curiosity as a starting point for the learning.

(Intervju, 7/2 2012)

Undervisningsopplegget var laget med tanke på å engasjere elevene til læring gjennom variert deltakelse, ved å utnytte Mind Gap-utstillingens helt spesielle kvaliteter som en iscenesatt læringsarena. Til analysen har jeg plukket ut de mest interessante situasjonene fra omvisningene, uten å legge vekt på å skulle få med like mange sitater fra hver skole eller lete etter noen form for representativitet i utvalget mitt. Ellers har jeg altså lagt mitt reviderte undervisningsopplegg til grunn for analysen, så undervisningen med Skole A og Skole B er bare i begrenset grad gjort til gjenstand for analyse (jeg har

plukket ut noen situasjoner som er analysert, men har ellers holdt meg til lærerintervjuene).

Jeg vil i dette kapitlet analysere hvordan læringsrommet ble brukt og utviklet gjennom uka, og hvordan dette påvirket elevenes deltakelse. Som verktøy i dette analysearbeidet vil jeg bruke Læringsromdiagrammet og Deltakelsesmatrisen, som jeg presenterte i kapittel 5.3.

## 8.1 Rombruken i Mind Gap

Einar: Fra bare en sånn vanlig dør i Teknisk Museum, og så komme inn i en sånn... et helt spesielt rom... (Elevintervju, Skole E)

### 8.1.1 Romdiagrammets vertikale akse: *Exploding space*

Serge von Arx understreket at det meste av Robert Wilsons arbeid i bunn og grunn handler om arkitektur – om å skape rom:

Serge von Arx: In Wilson's work basically everything is about architecture, the core of the architecture so to say, the creation of the spaces. (Intervju, 7/2 2012)

Det lokalet de hadde fått stilt til rådighet ved Teknisk Museum var forholdsvis lite – et nesten rektangulært rom på litt over fire hundre kvadratmeter. Dette er ikke så veldig mye når man skal lage en stor utstilling, og betydelig mindre plass enn det Wilson er vant til å ha å boltre seg på. Løsningen deres er besnærende, og Serge kaller det å *eksplodere rommet*:

Serge von Arx: So, starting out from this tight situation one of the starting points was that we actually divided it in three parts; [...] You can make it bigger

by making it smaller! There is a small space which you divide in three rooms. [...] And the second of course is, ok, how can we explode the space... How can we deal with these constraints of the dimensions? (ibid.)



Modell av utstillingen (faksimile fra Treimo, 2013, s. 263)

Serge forteller videre at speilene også bidrar til å eksplodere rommet ved at de lurer øynene til å tro at rommet fortsetter i det uendelige. Tilsvarende kan man arbeide med kontursvake materialer, duse farger og lyssetting som tar bort dybdeeffekten av overflater, eller bare lage mørke:

Serge von Arx: The first space is the space with mirrors, exploding it all. The second space is this landscape where you also with... how you light the walls, you try to – you know – create this eternity... I mean,

the spatial eternity, in a way. And of course, in the third space – the black, I mean, the opposite of the white space; because, of course, if you take the light away it is also very difficult, with your eyes at least, to see... And that's also interesting because then immediately the ear comes in. (ibid.)

Seniorkurator Henrik Treimo var prosjektleder for utstillingen, og i en artikkel om utstillingen i *Interdisciplinary Science Reviews* beskriver han mer utførlig hvordan de tre rommene forholder seg til Wilsons metaforer knyttet til maleriet som kunstform og historien om Alice i eventyrland (jmfør intervjuet med NRK som er referert i kapittel 6.2):

There were more reasons for why the exhibition area was divided into three. One overarching idea was that the entrance should look like a rabbit hole and that the exhibition could consist of different curious worlds (as in Alice in Wonderland). The entrance was shaped like a tunnel (dark, soft). The three subsequent rooms (worlds) were to be different, while complementing and supplementing each other, like a triptych (a three-part work of art). The painter's conventional way of dealing with space in relation to either portraits, still lifes or landscapes was normative for how the three rooms were developed.

The first room (portrait) was to be reflective, light (bright); the materials were to be man-made (cultural products). The room was to have an aggressive expression, featuring strict choreography relative to movement. This was where the audience would have its first encounter with the room, the objects and themselves as portraits. The next room (still life) was to be grey, dominated by natural materials, milder in its expression and with the space for free



movement. It was supposed to be possible to view objects from a distance. The third room was to be completely black and dark. The room should be more like a state of consciousness (like when you blink). The objects would form a landscape on the ceiling. The exit was supposed to look like the entrance, but inverted.

(Treimo, 2013, s. 264)

Det er liten tvil om at du som vanlig publikummer i Mind Gap-utstillingen blir utsatt for til dels ganske intens manipulering av hele ditt aktivitetsregister, og at dette er nøye planlagt fra designernes side. Serge von Arx kalte dette for «løypas dramaturgi»:

Serge von Arx: Dramaturgically, in the first room you look horizontally. You look straight forward, mainly. I mean, you can look up and down, but you orient yourself by looking forward. In the second space we had a big focus on the mud floor; you look down to orient yourself. And in the third room, where we had everything in the ceiling, you look up to the ceiling. [...] The dramaturgy of the path [...] is where the theatre and the architecture come together. [...] In the theatre the time line is pretty much defined and in most cases you sit still and you see something three dimensional. [...] In architecture you're so much bound to all the physical questions and necessities [...]. But in scenography you can start to play with it. (Intervju, 7/2 2012)

Det å betrakte måten bruker ulike deler av rommet på som en fysisk løype, synes jeg er spennende. Man kan helt klart bruke et slikt blikk på en hvilken som helst undervisningssituasjon – i laboratoriet, eller i klasserommet – og nærmest male fotspor på gulvet samtidig som man noterer hvilke aktiviteter som foregår hvor.

Men når jeg hører hvordan Serge forklarer at denne løypa også planlegges med dramaturgens sans for kontraster, potensialer og helhetseffekt, slår det meg at begrepet «løypas dramaturgi» kan utgjøre kjerneelementet i et didaktisk verktøy for å arbeide med samspillet mellom læringsrom og læringsprosess. Jeg vil komme tilbake til dette senere.

Det var sterke kontraster mellom de ulike etappene i denne løypa, og utstillingens ulike rom. Men jeg opplevde nok at det stedet den romlige kontrasten tydeligst kom til uttrykk, var mellom speilrommet og skogrommet. Bevegelsen fra det lysende og harde, til det myke og duse, gjorde tydelig inntrykk på elevene, og siden de med «hukommelsestesten» fikk starte med å vandre litt fritt i denne skogen etter å ha sittet på gulvet og hørt omviseren fortelle inne i speilrommet, ble stemnings-skiftet forsterket. Jeg kjente selv at det var godt å komme inn i trerommet, og elevene var – med tanke på at de hadde sittet stille så lenge – overraskende rolige og konsentrerte der de gikk rundt mellom trærne og så seg om.

Mind Gap-utstillingen gav rikt rom for rike sanseopplevelser, og var dessuten fylt med *autentiske* gjenstander – eller som omviseren fortalte elevene ved Skole B: «Det som ser ekte ut, det er ekte!» (Omvisning, Skole B). Berit hadde da ettertenksomt kommentert: «Så det er sånn hjernen ser ut, altså...» (ibid).

Mange av elevene fremhevet nettopp dette – de genuine artefaktene – da jeg intervjuet dem om hva som hadde gjort mest inntrykk på dem. «Det var kult at de hadde ekte hjerter», utbrøt for eksempel Cathrine (Elevintervju, Skole C). Klassevenninnen Charlotte svarte slik:

Snorre: Hvilket av rommene tror du at du kommer til å huske best?

Charlotte: Jeg tror nok at det er det med de hjernene, fordi det var liksom... æsj... man kommer inn der og ser... ordentlige hjerner, liksom... sånn, det er ikke hver dag man gjør det.

(Elevintervju, Skole C)

Likevel var det som jeg har vært inne på var det flere som etterlyste muligheter for mer håndgripelig omgang med disse artefaktene. Einar fra Skole E beskrev sin visjon av en hjerneutstilling slik:

Einar: Det hadde vært kult hvis det hadde vært sånn at det hadde blitt laget et rom hvor det var... som var en ordentlig hjerne, med sånne vegger som... og det drypper litt fra taket, og det... pumper litt... (Elevintervju, Skole E)

Samtidig er det interessant at det autentiske preget, som jeg tross alt opplever som en klar styrke i Mind Gap-utstillingen, er noe Robert Wilson presiserer at han ønsker å unngå i teaterstykkene sine. Til Fred Newman sier han:

Robert Wilson: Theatre for me is something totally artificial. [...] You know, an actor thinks he's being natural but he's not, he's acting natural and that is something that is artificial. By being artificial, I think you can, as you said, know more about yourself, be closer to, quote, a truth. (Newman, Wilson, & Schechner, 2003, s. 120)

Selvsagt har Wilson rett når han påpeker at teater er bygget på illusjoner i tid og rom og sammenheng, fundert på hva Peer Gynt kalte «digt og forbannet løgn». Men både det å fortelle historier og det å lytte til historier handler først og sist og grunnleggende sett om

innlevelse. Og jeg mener alt som kan bidra til å gi undervisningssituasjonen et skjær av autentisitet også vil styrke potensialet for innlevelse i historien som vokser ut av situasjonen. Disse hjernene hører ikke naturlig hjemme i glass med sprit, som i sin tur ikke hører hjemme i en glassvegg på Kjelsås. Men det at det er virkelige hjerner og ikke plasthjerner som bidrar til kulissene for fortellingen om det usynlige inni oss, er med på å gi fortellingen liv og retning.

### 8.1.2 Romdiagrammets horisontale akse: Struktur og spillerom i Mind Gap

Serge von Arx understreket betydningen av det åpne, det uuttalte og det spørrende i kunst og kunstopplevelse:

Serge von Arx: All the arts should be about asking questions, rather than try and give answers. [...] I think it's much more interesting if something happens that you don't understand, and you ask yourself questions and trying to give answers to them. [...] Leave things open! [...] Art is about what you don't see - [...] It's about hiding. (Intervju, 7/2 2012)

Nettopp med utgangspunkt i dette hadde designerne bak Mind Gap kjempet en hard kamp for å unngå for mange og tydelige forklaringer og etiketter tilknyttet utstillingselementene.

Omviser: De undervisningsoppleggene som er utviklet av museet – i motsetning til Vitensenteret – de har gjenstander i fokus. Da forsøker vi få en gang en samtale med utgangspunkt i spesifikke gjenstander som vi står og ser på. Men denne utstillingen her, den er jo en museumsutstilling som bruker gjenstandene på en litt annen måte. Du *kan* finne den samme

informasjonen som i andre utstillinger, men den er veldig... gjemt! Du må jobbe for å finne informasjonen. I speilrommet så er det vanskelige etiketter [...] – folk har problemer med å lese dem. [Det] har vært et kompromiss mellom [designerne] og museet. De ville helst ikke ha etiketter, så vidt jeg har forstått det, mens fra museet sin side så var det jo viktig å få fram det museale ved disse tingene. [...] Uten informasjon så blir de bare... blir de bare ting, uten kontekst. (Intervju med omviser, 12/4 2012)

Håvard Heggelund, leder for Teknisk Museums Skoleavdeling, understreket på midtveisseminaret mitt at omvisningen med guide var en helt nødvendig støttestruktur for de fleste skoleelever:

Håvard Heggelund: Mind Gap-rommet uten dialog faller for mange tvers igjennom. [...] Noen synes dette er veldig rart, og man vil få en totalt forskjellig opplevelse av dette rommet med guide og uten guide. (Midtveisseminar, 18/12 2012)

Også Lærer B understreket betydningen av å ha strukturerte omvisninger ved skolebesøk til attraksjoner som dette:

Lærer B: Å dra på Vitensenteret, på Teknisk Museum eller på Frammuséet som vi gjorde, uten omvisning – det hadde vært helt uaktuelt. [...] For da freser de gjennom og leser ikke på plansjer eller noen ting. (Lærerintervju, Skole B)

Kunstnere liker sjelden at kunsten deres tolkes for kategorisk; som Serge ønsker de at kunstverket skal kunne forstås på mange ulike måter – fordi de mener at nettopp det å åpne opp for det ubestemte er kunstens viktigste funksjon. I møte med skolen skaper dette et slags kulturkræsje – Lærer E etterlyste for eksempel

forklaringer i omvisningen av kunstnerens intensjoner bak utformingen av de ulike rommene:

Lærer E: Inne i det rommet med trær – eller etter, for den saks skyld – kunne man kanskje sagt lite grann mer om... hva det faktisk forestiller, hva er det det egentlig er? (Lærerintervju, Skole E)

Omviseren, som jobbet som omviser for skoleklasser i hele museet, var opptatt av å løfte frem gjenstandene, men anerkjente samtidig verdien av det romlige uttrykket og kunstopplevelsen:

Omviser: Så gjenstandene spiller en helt annen rolle her, de er liksom sekundære. Mens i omvisningen, da, så prøver jeg å bruke dem på samme måte som jeg ville gjort i en hvilken som helst annen del av museet. For jeg synes det er viktig at de får med den verdien de har som museumsgjenstander, som en del av samlingene våre. Ja, sånn at elevene forstår hvorfor vi har dem der. Så spiller det ikke så stor rolle hvordan de er stilt opp og hva slags lys de står i. [...]

Snorre: Men tenker du da nesten litt at du må bidra til [...] å normalisere denne rare utstillinga?

Omviser: Ja. Eller, ikke normalisere den da, for jeg [...] er jo samtidig opptatt av at de skal få den kunstinstallasjonsopplevelsen... Så det er liksom å veksle mellom de to tingene da. At vi kan snakke om det de skal lære av, men også det som går på opplevelsen. [...] Det er ingen andre steder utenom planetariet eller astroamfiet hvor man kan... hvor det er naturlig å snakke om hvordan man synes det er å være i det rommet man er... Det er kanskje det jeg liker aller best med utstillingen. At alle som er der, de opplever noe, og så – i mange tilfeller – så får man dem til å dele det. Det er veldig kult.

(Intervju med omviser 12/4 2012)

Så, omvisningen fungerer på mange måter som en åpenhetsbegrensende støttestruktur overfor elevene. Men hva blir det da igjen av kunstopplevelsen, sammenlignet med Serge's programerklæring ovenfor? Nå skal det sies at Serge også anerkjente at en museumsutstilling ikke må bli for svevende og mystisk heller – da vil ikke publikum la seg engasjere:

Serge von Arx: In exhibition scenography you also work as a director, to some degree. You define a part quite clearly – how the visitors can move and operate – while another part remains open. If everything is defined – then it's boring. [...] If everything is totally open you don't connect, it stays irrelevant to you. [...] It's very much about keeping this perfect balance between fixing or defining a frame, and leaving open to pull the audience in. And then leave the audience alone so that things can start happen in your head. (Intervju, 7/2 2012)

Det er selvsagt forskjell på skoleelever og beleste kunsthjelpere, og det må være rimelig å anta de førstnevnte kan ha behov for sterkere støtte i definerte strukturer og rammer, enn hva de sistnevnte gjør, for at en utstilling som dette skal oppleves som relevant og interessant. Denne perfekte balansen som Serge etter spør vil med andre ord for ulike grupper ligge på ulike steder langs akse mellom åpent og lukket i læringsromdiagrammet.

Samtidig, dette handler ikke om å finne et statisk balansepunkt; jeg opplever at det snarere er et spørsmål om å bygge størst mulig potensialer i omvisningen – å strekke strikken så langt det går mellom den åpnende opplevelsen (divergens) og den definerende erkjennel-

Dramaturgi og magi – utdrag fra boken *Dramaturgi: Forestillinger om teater*

«Dramaturgien har ofte vært sett på som teaterarbeidets 'hemmelige' språk og innsikt. Den som hadde innsikt i dramaturgi, hadde tilgang på teaterets innerste hemmelighet, og den kunnskap som trengtes for å veilede, vurdere og dømme i teateret. Det er ikke for ingenting at dramaturgene er blitt betraktet som teaterets 'demiurger' – dets trollmenn.» (Gladsø, Gjervan, Hovik, & Skagen, 2005, s. 14-15)

sen (konvergens). Serge understreket også at scenografiens rolle generelt er å bidra til å realisere:

Serge von Arx: Scenography to me mainly has to be a potential. But it is a potential with a face, because it has a certain appearance. Like the stage set that I designed for Iphigeneia at the Trøndelag teater which was just a staircase<sup>20</sup> – if you wanted it was nothing but a potential for the movement of actors. (Intervju, 7/2 2012)

Didrik fra Skole D, som var veldig opptatt av film (og sånn sett kanskje bør falle inn under kategorien kunsthjelper vel så gjerne som skoleelev), brukte begrepet «utvidede øyeblikk» for å beskrive situasjoner som relaterer seg til disse potensialene. Jeg kjente ikke til dette begrepet fra før, men har skjant at det er hentet

<sup>20</sup> Presseklipp fra oppsetningens anmeldelser: «Den spektakulære scenografien til Serge Von Arx, eit lite kunstverk i seg sjølv» (Amund Grimstad, Klassekampen). «Serge Von Arx' fantastiske scenografi, et intrikat byggverk av jerntrapper og plattformer, fyller Trøndelag Teaters Studioscene med et majestetisk scenebilde» (Inger Merete Hobbeltstad, Dagbladet). «Klassisk tragedie som vokser seg nærmest inn i forvekslingskomedien. Opp og ned nakne, industrielle trapper. Og det fungerer! (...) Scenografien er en opplevelse» (Ole Jakob Hoel, Adresseavisen).

fra litteraturteori (brukes også i filmanmeldelser) og at det betegner ekstra nærgående, detaljerte og utbroderende scener/ skildringer – gjerne der inntrykk fra flere sanser er involvert. Da jeg spurte Didrik hva han syntes var mest fremtredende ved utstillinga, svarte han:

Didrik: Kontraster... og veldig veldig mye utvidede øyeblikk... [...] [Du] venter hele tiden... For eksempel i det første rommet vi kom i – det sorte [slusa] – så venta vi i halvannet minutt på at det skulle skje noe... Jeg tror også lyden spiller en stor rolle... Fordi... ja, i det svarte første rommet så var det jo veldig sånn rotete, og sånn, og så kom man jo rett inn i speilrommet hvor det egentlig var helt stille, men masse lys – ikke sant. Og det er jo kontraster, men så... lydene i det siste svarte rommet var jo... en stor del av greia da, at det var... det gikk rett inn, på en måte... Så det tror jeg var viktig. (Elevintervju 2, Skole D)

I noen tilfeller bidro også elevene til å skape en form for utvidede øyeblikk i omvisningen, ved at de stilte mange spørsmål og supplerte omviseren med egne tanker og erfaringer. Ett slikt øyeblikk var da temaet speilnevroner for første gang ble tatt opp, inne i speilrommet med Skole C. Omviseren var svært begeistret etterpå:

Omviser: Det med speilnevronene – det synes jeg er veldig, veldig kult.

Snorre: Det fungerte jo veldig godt også

Omviser: Ja, og det er [...] et av de aller beste tilskuddene, fordi det er noe med det som er så intuitivt – og de forstår det!

Snorre: Mmm, og det er i speilrommet...

Omviser: Ja! Og, liksom, da kommer de med egne; «Ja, når jeg mater lillesøsteren min»...

Snorre: Ikke sant!

Omviser: [Ier]

Snorre: Og Asbergers spurte de også om

Omviser: Ja, det var gavepakke. Jeg tenkte at jeg skulle ikke nevne det med autisme – men så kom han! Og da var det jo bare kjempegøy.

(Intervju med omviser 9/10 2012)

Ellers har, som jeg har vært inne på flere ganger, en av de vanskeligste avveiningene i arbeidet med undervisningsopplegget vært hvor mye – om noe – plass jeg skulle gi til fri utforskning av utstillingen. Serge tok – ikke så overraskende, kanskje – til orde for en meget liberal politikk her; elevene burde sendes inn én og én for å oppleve utstillingen individuelt, uten innblanding fra verken lærere eller hverandre:

Serge von Arx: I would say as a teacher you go in and say, ok you know, explore it yourself. Because I think the problem is also you get so used to someone tells you what to do. You totally lose your independence. [...] Maybe it's better to send them in one by one all alone – so you don't have the group effect. (Intervju, 7/2 2012)

Dette ville nok vært vanskelig å gjennomføre med en hel klasse og heller ikke i tråd med tankene om å balansere det divergerende og det konvergerende (selv om det kan argumenteres for at konvergerende støttestrukturer kunne legges til for- og etterarbeid).

Omviseren fortalte at hun var engstelig for å «slippe taket» på elevene, fordi hun hadde erfaring for at hvis hun først lot elevene bevege seg fritt ble det svært vanskelig å samle dem igjen etterpå:

Omviser: Når du sier det så... jeg snakket med [NN], en kollega av meg, for da snakket vi om at det hadde vært besvimelse i dag, og da sa han nettopp at når

han tar dem med inn i tre-rommet så lar han dem svirre litt rundt... altså, det er sikkert ikke ti minutter, men bitte lite grann

Snorre: Ja?

Omviser: ... jeg er veldig sånn på å dra dem med meg bort til mikroskopet, ikke sant

Snorre: Ja?

Omviser: ... han har ikke hatt besvimelser.

Snorre: Nei...

Omviser: ... bare sånn... som [ler] som en info

Snorre: Akkurat... nei...

Omviser: Mens jeg opplever ofte at med en gang du har sluppet taket på dem, det tar et lite sekund, ...

Snorre: Da er det vanskelig å fange dem igjen etterpå?

Omviser: Ja! Og det tar ikke jeg sjansen på, altså.

Jeg vet at jeg må jobbe så beinhardt etterpå...

(Intervju, 12/4 2012)

Dette at kollegaen som gir elevene mer spillerom ikke opplever besvimelser, er jo et veldig interessant poeng. Kanskje innebærer muligheten til å bevege seg litt friere elevene en anledning til å nærme seg utstillingens dramatik litt mer i takt som passer hver og en av dem?

Omvisningen i den første runden (Skole A og Skole B) var ganske strengt styrt. Det eneste stedet elevene i den reviderte omvisningen (Skole C, D og E) fikk operere litt fritt, var når de ble bedt om å finne hvert sitt tre med tilhørende «historie» inne i trerommet som de etterpå skulle referere for resten av gruppa. Det var Stine Kühle-Hansen som foreslo dette grepet da jeg intervjuet henne etter runden med Skole B:

Stine Kühle-Hansen: En omvisning i Mind Gap skal være, fase for fase, veldig regissert og veldig gjennomtenkt. [...] Så kan de få gå på egenhånd, og så

kan de få tildelt hvert sitt tre. [...] De skal bli vist den tiltroen at de skal kunne høre i telefonen på et foredrag, og så [...] at de kommer frem på talerstolen, tar et par minutter, fra hvert av disse trærne. [...] Poenget det er at de skal delta, at de skal få [...] det fine ansvaret de får, at de skal finne en liten essens som de skal dele med andre. (Intervju, 20/4 2012)

Bortsett fra denne hukommelsestesten var det i de tilfellene det oppsto genuin dialog mellom omviser og elevene at omvisningen fikk karakter av noe åpnende. Omvisningen startet også med en invitasjon fra omviseren, da hun på sett og vis oppfordret elevene til å la seg rive med av utstillingens scenografi og uttrykk.

Omviser: Den utstillingen her den er altså laget som en kunstinstallasjon. Og med det så menes det at vi som går gjennom – spesielt dere som er besøkende og som ikke jobber her hver dag [ler] – når dere går gjennom så skal dere nettopp kjenne på ting, det skal sette i gang tankeprosesser i hjernene deres... (Omvisning, Skole C)

Senere i omvisningen kom hun flere ganger tilbake til dette poenget, og ba elevene om å assosiere fritt til det de så og opplevde:

Omviser: Men så er de hengt opp i taket! Og det er jo veldig uvanlig. Da er vel poenget at vi skal komme inn hit, og så skal vi få andre assosiasjoner. Finnes dette... minner dette dere om noe annet enn det det faktisk er? Får dere noen andre bilder? (Omvisning, Skole C)

Og selv om mye av omvisningen var drevet frem av fortellertekniske grep og lukkede eller retoriske spørsmål, åpnet også noen av spørsmålene som omviseren stilte

for flere ulike svar og oppfølgingsspørsmål. For eksempel:

Omviser: Vi har brukt hjernene våre i nesten en skoletime nå. Jeg lurer på; har dere husket på det jeg sa før vi gikk inn i utstillinga, det med å bruke sansene? Er det noen sanser dere føler dere har brukt mer enn andre? (Omvisning, Skole C)

Og når elevene først kom med innspill, så kunne omviseren velge å enten avfeie det, avspise det med et kort svar, eller bruke det som inngang til en samtale.

Omviseren snakket om at hun opplevde dette med å turnere elevenes spørsmål og innspill på best mulig vis som en kjerneutfordring, og hun sammenlignet timing-elementet med standup-komedie:

Omviser: En ting som jeg tror er viktig i den utstillingen det er evnen til å kunne stokke om ting – den rekkefølgen ting skal komme i – for å få best gli ut fra den responsen jeg får fra elevene. At jeg liksom ikke «Ja, det skal vi snakke om senere», men at man kan ta det da og prøve å liksom flette det inn. [...] Jeg tenker at det er som en sånn god standup-komiker. (Intervjuer, 12/4 og 9/10 2012)

Dette med timing, tempo og dramaturgisk rytme i omvisningen er et poeng som også knytter an til spørsmålet om å bygge potensialer. For å holde seg til komedien: Er det noe som kjennetegner den dyktige komiker så er det evnen til å holde igjen reaksjoner, «vente ut» publikum, og «melke» lattersalver. Som Dewey skrev:

A pause in music is not a blank, but is a rhythmic silence that punctuates what is done while at the same time it conveys an impulsion forward, instead of ar-

resting at the point which it defines. (Dewey, 1934/2005, s. 179)

Dette er et av de momentene jeg tror vi kunne og burde ha jobbet mer med i omvisningen på Mind Gap – omviser kunne oftere holdt litt igjen ved inngangen til et nytt rom, og gitt elevene tid til å akklimatisere seg før fortellingene satte i gang. Hukommelsestesten i trerommet fungerte i og for seg slik, men en slik tilvenning til hvert rom trengte ikke nødvendigvis innebære å gå fritt rundt. Omviseren kunne for eksempel oftere gjort som hun gjorde inne i mørkerommet, da hun ba elevene sitte stille noen sekunder og kjenne etter hvordan det opplevdes å være i dette rommet. Slik ville vi unngått den noe heseblesende stemningen som talestrømmen til tider kunne skape, og jeg tror også dette ville kunne trukket flere av elevene inn i mer mangfoldig deltakelse gjennom omvisningen.



*Elever i konsentrert arbeid med plakatene (etterarbeid, Skole D, bilde fra et av hodekameraene).*

Forarbeidet og etterarbeidet fungerte som støttestrukturer for omvisningen, ved at de henholdsvis (som Lærer D2 uttrykte det:) «primet» elevene i forkant, og gav dem rom for bearbeiding av opplevelsen og lærestoffet i etterkant. Forarbeidet etablerte også en motiverende rammefortelling for hele undervisningsopplegget og et

sett med kjernebegreper og faktaopplysninger som kunne repeteres og innarbeides gjennom uka.

Mens forarbeidet var lagt opp som en ganske stramt regissert happening, var etterarbeidet tenkt som et kontemplativt frirom hvor elevene hver på sin måte skulle kunne gå inn i, utforske, og bearbeide sin egen opplevelse av omvisningen. Riktig nok så vi, som jeg har vært inne på, at bredden i sjangeralternativer burde vært noe større – slik at også de guttene som 'ikke kan tegne' hadde mulighet til å velge en arbeidsform de kjente seg komfortable med. Men like fullt var dette et relativt åpen økt, hvor elevene fikk arbeide uforstyrret over lang tid, og som det fremgår av eksempelpakatene ble resultatet både variert og flott. Jeg opplever at denne åpningen mot slutten løftet helheten i Mind Gap-opplegget flere hakk.

### 8.1.3 Analyse av rombruken i Mind Gap

Undervisningsopplegget til Mind Gap-utstillingen brakte elevene gjennom mange forskjellige rom. Vi startet i et rom på skolen (ved Skole D brukte vi faktisk to rom – ett til teorigjennomgangen og ett til rollespillet), deretter gikk turen til Teknisk Museum, hvor elevene ble tatt imot og fikk en introduksjon i gangen utenfor utstillingen, før vi tok fatt på reisen gjennom Robert Wilsons kaninhull-univers. Tilbake på skolen var vi igjen samlet i et ordinært undervisningsrom, for plenumsoppsummering og plakat-verksted. De ulike rommene fylte ulike funksjoner i undervisningsopplegget, og tilrettela som vi har sett for ulike typer deltakelse.

Jeg har valgt ut fire situasjoner som representerer ytterpunkter i læringsromdiagrammet (se Figur 6 ne-

denfor). Her har jeg altså i tillegg til selve utstillingen også tatt med for- og etterarbeidet i vurderingen av interessante situasjoner.

Situasjon 1: *ROLLESPILLET LOVE, ACTUALLY*. Dette er en del av forarbeidet<sup>21</sup>, som foregår i et undervisningsrom på skolen. Klassen deles i to; først skal den ene delen av klassen være skuespillere og de andre publikummere, etterpå skal de bytte. Læreren deler ut roller – én skal være forteller (får utdelt manuskript), én skal være hovedpersonen Hanna, én skal være beileren Fredrik, og resten fordeler seg i tre grupper som forelskelseshormonene Adrenalin («stressmolekylet»), Dopamin («lykemolekylet») og Oksytocin («kjærlighetsmolekylet»). Alle får beskjed om at de skal følge fortellerstemmen – i første runde vet ingen av dem på forhånd hva som skal skje – så når fortelleren sier at Fredrik gjør ett eller annet, må han gjøre det. Vi bruker plassen forrest i klasserommet som scenerom, og befinner oss med andre ord i den iscenesatte enden av arketypen Tavleundervisning i diagrammet. Publikum – den andre halvdel av klassen – sitter ved pultene sine og betrakter skuespillerne. Deretter bytter de to gruppene på å være skuespillere og publikum. Situasjonen er styrt av manuskriptet, og derved ganske lukket. Elevene skal riktig nok tolke teksten selv, men det er en implisitt fasit her – i manuset er det til og med skrevet inn at fortelleren skal ta pauser i opplesningen på de stedene der skuespillerne bør reagere. Derved er det først og fremst gjennom graden av inderlighet i rolleutøvelsen at elevene kan markere seg individuelt – og de fleste velger som nevnt å involvere seg litt halvhjertet. Men jeg fikk likevel inn-

<sup>21</sup> Lærerveiledningen til forarbeidet er gjengitt i vedlegg 4.

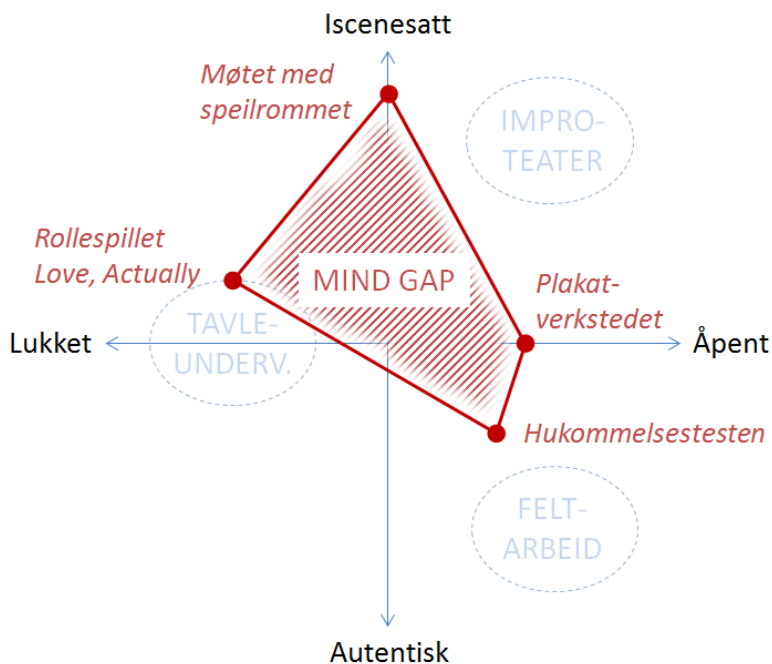


trykk av at mange av elevene syntes det var spennende å nærme seg det brennhete temaet forelskelse på denne måten. Det er for de fleste en uvant måte å bruke klasserommet på, og det knyttet klasserommet inn i helhetsopplevelsen av den spesielle Mind Gap-utstillingen på en måte som kanskje kunne bidra til å utvikle elevenes syn på klasserommet som læringsrom.

Situasjon 2: *MØTET MED SPEILROMMET*. Elevene har stått et minutt eller to i stummende mørke i den heislignende slusa, og hørt Christopher Knowles vekselvis snakke og rope ut uforståelige tallkombinasjoner. Plutselig går de automatiske skyvedørene foran dem fra hverandre, og de blendes av skarpt lys reflektert i et hundretalls brutte speilflater. Elevene tager, nærmest svimeslått, inn i dette trange hjørnet av speilrommet, og blir bedt om å sette seg ned. Fra skjulte høyttalere høres Nino Rotas swingjazzaktige lydspor fra Fellinis *La Dolce Vita* – smektende, med ganske lav lyd – og mens elevene legger merke til at portrettene på speilveggene omkring dem blunker og «er levende» begynner omviseren på fortellingen om speilnevroner. Øyeblikket da dørene til denne visuelle sansestormen åpnet seg, opplever jeg som den tydeligst iscenesatte enkelt-situasjonen i løpet av omvisningen (og hele undervisningsopplegget). Det var her det kom flest «Wow!»-utbrudd fra elevene, og det var også denne situasjonen – ved siden av møtet med «hjerneveggen» – som ble hyppigst nevnt da elevene i de etterfølgende

intervjuene skulle fortelle hva som hadde gjort sterkest inntrykk på dem. Situasjonen er i diagrammet anført som nøytralt på åpent/lukket-aksen, fordi elevene ble ledet frem til dette stedet, men samtidig står fritt til å rette oppmerksomheten mot (og altså utforske) det de måtte finne mest interessant.

Situasjon 3: *HUKOMMELSESTESTEN*. I tillegg til å være en kunstinstillasjon var Mind Gap en museumsutstilling med fokus på gjenstander og fortellinger knyttet til hjerneforskningens historie. Som jeg allerede har skrevet, var hukommelsestesten den mest åpne situasjonen i omvisningen – da elevene kunne gå inn i skogrommet og finne hvert sitt tre med en gjenstand eller en videofortelling, som de senere skulle kunne fortelle resten av klassen om. Det var nok denne delen av utstillingen som gav tydeligst opplevelse av noe autentisk (kanskje også understreket av den natur-nære stemningen) – selv om også dette åpenbart var iscenesatt. Vandringsen inn i



Figur 6. Analyse av rombruken i undervisningsopplegget til Mind Gap.

denne «skogen» på jakt etter biter av nevrovitenskapens mysterier, har likhetstegn med arketyriske feltarbeidet i geofag eller biologi.

Situasjon 4: *PLAKATVERKSTEDET*. Etterarbeidet med tegning og skriving av plakater, var enda mer åpen enn hukommelsestesten. Etter plenumsgjennomgangen i klasserommet, da tavla ble brukt til å notere stikkord og alle fikk komme med sine sterkeste minner fra omvisningen, fikk elevene hver for seg sitte og jobbe konsentrert over inntil to timer med plakatene sine. De fikk utdelt hvert sitt A3-ark med logo på, men kunne for øvrig selv velge hvilken uttrykksform de ville bruke (tegning, tegneserie, fortelling eller tankekart). Rommet som sådan var verken autentisk eller iscenesatt – det var et av skolens vanlige undervisningsrom; nøytralt og uten kontekstuell tilknytning til annet enn skolefag.

To av de fire situasjonene foregår utenfor selve utstillingen – som jo er det oppsøkte læringsrommet i denne casen. Jeg mener imidlertid at forankringen til læringsarbeidet på skolen er en viktig del av alle ekskursjoner, og forarbeid og etterarbeid må betraktes som en integrert del av ekskursjonen (slik blant andre Kari Beate Remmen (2014) understreker i sin avhandling om feltarbeid i geofagundervisningen). Jeg finner det også interessant at disse klasseromssituasjonene befinner seg i hver sin ende av den horisontale akse, som undervisningsoppleggets henholdsvis mest lukkede og mest åpne læringsrom.

Det er nok liten tvil om at vi gjennom undervisningsopplegget bruker utstillingen på en måte som ikke er helt i tråd med designernes intensjoner. Som det fremgår ovenfor var Serge von Arx og Robert Wilson opptatt av

at de besøkende skulle utforske utstillingen med stor grad av frihet. Og som diagrammet også antyder ble ikke utstillingen et åpent læringsrom i opplegget vårt. Det ble snarere en kulisser, riktig nok en dypt fascinerende kulisser, for historiefortelling og samtale.

## 8.2 Deltakelsen i Mind Gap

Carsten: Når du kommer deg ut av klasserommet og går rundt og ser på ting [...]. Da blir man litt mer inspirert, og får lyst til å lære... (Elevintervju, Skole C)

### 8.2.1 Perseptuell deltakelse: Kunst som språk

Camilla: Det ser litt ut som om alt er forlatt...

Omviser: Ja...

Camilla: ... at det bare ligger igjen øde... eller noe...

Cathrine: Jeg ser en fugl...

(Omvisning, Skole C, i det mørke rommet)

Serge von Arx understreket da jeg intervjuet ham at han og Robert Wilson hadde ønsket å lage en utstilling som publikum fysisk kunne utforske med alle kroppens sanser. Han poengterte:

Serge von Arx: The key topic of scenography – in any exhibition and also in the theatre – that it is actually something you hear and feel with you whole body... (Intervju, 7/2 2012)

Jeg vet ikke hvordan Wilson og von Arx oppfatter seg selv, men jeg betrakter dem som kunstnere. Uten utrope meg selv til kunstviter vil jeg også si at Mind Gap-utstillingen kan karakteriseres som installasjonskunst. Møtet med utstillingen er altså ikke bare del av et undervisningsopplegg, men i seg selv en kunstopplevelse. Når John Dewey snakker om kunstopplevelser – som han altså differensierer fra andre opplevelser ved å

omtale dem i entall og sette artikkelen i kursiv: «*an experience*» – fremhever han på samme måte som von Arx potensialet som ligger i det sanselige:

The sensible surface of things is never merely a surface. [...] Nothing that a man has ever reached by the highest flight of thought or penetrated by any probing insight is inherently such that it may not become the heart and core of sense. (Dewey, 1934/2005, s. 30)

Utstillingen gav da også kraftfulle sanseopplevelser – så sterke at det var flere som gav uttrykk for at de synes det var krevende og endog ubehagelig å være i utstillingen. «Du blir sånn merkelig i hodet», sa Lærer E etterpå. Psykologiprofessor Svein Magnussen på sin side mente det virkemiddelbruken var utrert og overdreven:

Svein Magnussen: Jeg var ikke noe begeistret for utstillingen. [...] Jeg synes det ble litt sånn tivoli-aktig. [...] Det jeg tenkte på etterpå var 'Hva var det jeg her... husker?' [...] Det jeg husker er disse ytre effektene [...] Altså, effektene er for sterke. (Intervju, 11/5)

Men de fleste jeg snakket med likte utstillingen. Stine Kühle-Hansen var kanskje den mest euforiske:

Stine Kühle-Hansen: Jeg synes utstillingen er fantastisk. [...] Den er magisk, den er sår, og den er tøff. Den er vakker, den er tankevekkende... Altså, det er så... det er så mye bra materiale [...] som ligger der, litt sånn gjemt – det er gjemt av både glassoverflaten, det er gjemt av det blå lyset, det er gjemt inne i apparater... (Intervju, 26/10 2012)

Likevel – felles for alle som har vært innom Mind Gap er at de har fått stimulert sansene sine. Allerede i den

#### Persepsjonsdomenets aktivitetsområder:

Aktivitetsområdene som tilhører persepsjonsdomenet i deltakelsesmatrisen som jeg presenterte kapittel 3.3.3 (Tabell 4), er altså *iakttagelse*, *formidling* og *sansebevissthet*.

Merk at jeg tolker disse begrepene ganske vidt; *iakttagelse* omfatter for eksempel ikke bare synet, men aller former for oppmerksomhetsbevegende persepsjon – all aktiv og fokusert bruk av sansene. Med *formidling* mener jeg både kroppslig, muntlig og skriftlig kommunikasjon mellom mennesker, men også den kontinuerlige (og ikke alltid synlige) prosessen hvor igjennom begreper utvikles og systematiseres i den lærende. *Sansebevissthet* knytter jeg til det å utvikle en fortrolighet med og forståelse av sitt eget vindu mot verden og seg selv – sanseapparatet – og hvordan dette kan utnyttes.

mørke slusa var det tydelig at elevene, blant andre Cathrine og Christian, sto med sansene i høyspenn:

Cathrine [på vei inn i slusa, hvor det er teppegulv]: Å, det var skikkelig mykt her...

Christian: Det er noe som lukter...

(Omvisning, Skole C, slusa)

Flere kommenterte at særlig overgangen fra slusa til spillrommet var så voldsom at de ble litt satt ut:

Lærer C: Det var vanskelig å konsentrere seg [om omviseren], fordi vi så masse sånne spillbilder, og spillbilder av spillbilder, hele tiden. [...] Jeg måtte holde på veggen sånn at jeg hadde et [...] referansepunkt ... (Lærerintervju, Skole C)

De blunkende portrettene fikk også mange til å reagere. Christian syntes det var stilig, mens Camilla syntes det var ubehagelig:

Camilla: Det var skikkelig ekkelt med de øynene som blunket inne i speilet ... [...] Fordi at jeg først trodde det var bilder, og så beveget liksom bildene på seg. [...]

Christian: Det var jo også litt kult da, at det ser ut som bilder og så plutselig blunker de ...

(Elevintervju, Skole C)

Da de skulle gå videre innover i speilrommet, var det flere som hadde problemer med å orientere seg mellom alle de vinklede speilflatene. Cathrine kolliderte faktisk med veggene, og Camilla fortalte at hun ble kvalm og svimmel:

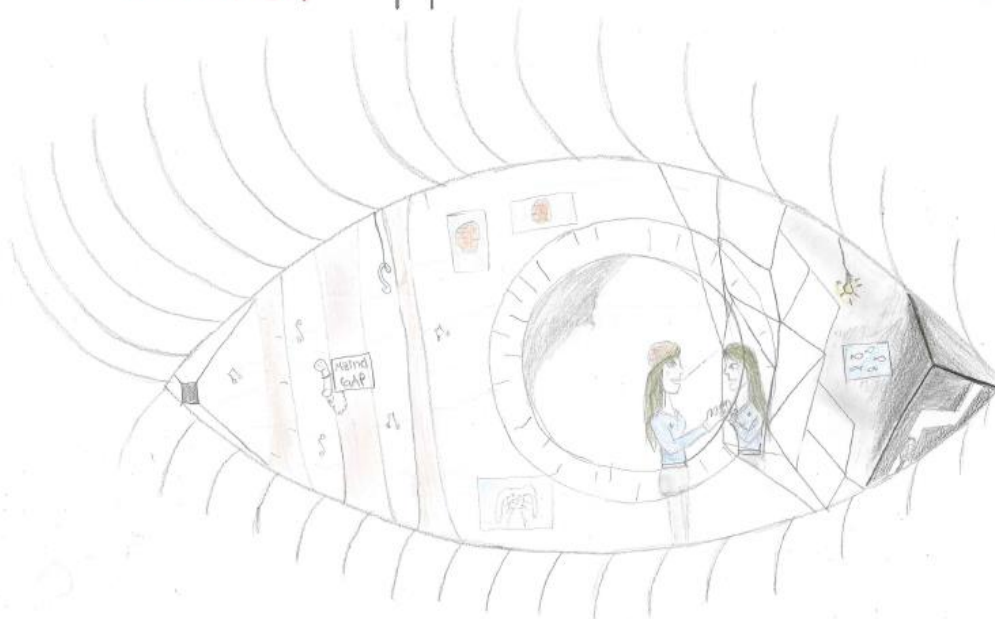
Cathrine: Dooh, jeg trodde det var vegg der jeg, he-he... Hvor går vi? Å, dette er nesten som labyrint, på en måte... Hvor går man?! (Omvisning, Skole C, speilrommet)

Camilla: Så så jeg rett frem, og så så jeg ikke om det gikk innover... fordi det bare var speil, så jeg så ikke hvor det gikk utover og hvor det gikk an å sitte. [...] [Jeg fikk] en... klaustrofobi-følelse, [...] og så ble jeg litt kvalm og svimmel... (Elevintervju, Skole C)

På spørsmål fra omviseren mot slutten av omvisningen om hvilke sanser elevene hadde brukt flittigst, svarte de fleste synssansen, mens andre kommenterte at all lyden hadde gjort det vanskelig å få med seg hva omviseren sa. «Det var slitsomt med den lyden», sa en av guttene ved Skole C. I intervjuene var det også to av lærerne og flere elever som oppgav at de ble distraheret

min mind gap -opplevelse

MIND GAP  
NORSK  
TEKNISK  
MUSEUM



Min Mind Gap-opplevelse: Speilrommet (plakat av elev ved Skole C).

av all kontentumlyden og musikken – spesielt i mørkerommet. Elevene Carsten og Camilla utdypet:

Camilla: Jeg fikk litt lyst til at den... ehm... sirkuleringen av lyden, holdt jeg på å si, skulle stoppe... at det skulle være litt stille. [...]

Carsten: I det siste rommet, når de kom disse lydgreiene, det eneste jeg syntes var litt dumt med det det var at det var ikke alltid du fikk med deg det [Omviser] sa, for du ble litt mer opptatt av når det... lyset skulle slå til neste gang liksom...

Snorre: Du satt og venta litt på det liksom?

Carsten: Ja... jeg var litt mer opptatt av det enn av... ja...

(Elevintervju, Skole C)

Omviseren tematiserte også dette flere ganger:

Omviser: Mange sier i den omvisningen her at de blir veldig slitne. Og jeg kan jo fortelle dere at som omviser så er kanskje dette den omvisningen hvor jeg merker at jeg må snakke høyere og gi mer.

Adrian: Hvorfor det?

Omviser: Jo, fordi gjennom alle rommene så er det lyd som konkurrerer med stemmen min som gjør at jeg må snakke bitte litte grann høyere for at dere ikke skal la dere distrahere av lyden.

(Omvisning, Skole A, trerommet)

Omviseren kom ved gjentatte anledninger tilbake til at det var ekstra slitsomt å ha omvisninger i Mind Gap-utstillingen, særlig på grunn av lydkulissene som hun måtte overdøve for at elevene skulle høre hva hun hadde å fortelle. De uvanlige omgivelsene og de intense sanseintrykkene (både lydige og andre) gjorde at hun opplevde at hun, som hun med et smil sa, måtte *kjempe mot rommet* om elevenes oppmerksomhet:

Omviser: Jeg er veldig glad i utstillingen, men jeg føler liksom at det er den mot meg! [flirer]

Snorre: Mmm?

Omviser: Fordi vi vil begge ha elevenes oppmerksomhet

Snorre: Ja...

Omviser: Det er den kampen! [ler]

(Intervju, 12/4 2012)

David, som gav inntrykk av å være en musikkinteressert elev, fortalte i elevintervjuet ved Skole D at han likte lydkulissene. Han hadde lagt særlig merke til hvordan lyden fra de mange skjulte høyttalerne rundt i utstillingen bidro til romopplevelsen. Som han sa: «Lyden spiller en stor rolle» (Elevintervju I, Skole D).

Lydsporet forandret seg stadig etter hvert som vi beveget oss gjennom utstillingen, men dette var bare en av mange typer kontraster mellom rommene. Noen syntes disse stadige skiftene var forvirrende. David og Elin likte det ikke:

David: I det mørke rommet på starten var det en fyr som ropte og kjefta. [...] Det forstod jeg ikke meningen med i det hele tatt. [...] Jeg synes det var ganske merkelig hele greia. (Elevintervju I, Skole D)

Elin: Det var forvirrende. [...] Det gikk fra speilrom til tre-rom til ting-i-taket-rom... (Elevintervju, Skole E)

Andre gav tvert imot uttrykk for at de likte den forvirringen som kontrastene avstedkom, og at de opplevde det som skjerpene. Se for eksempel hva Charlotte og Dag fortalte i elevintervjuene:

Charlotte: Sånn stert lys i forhold til mørket [...] det er jo noe som får det til å følge ordentlig med. (Elevintervju, Skole C)

Dag; I det første rommet så ble du forvirra av alle de speilene... og så ble du litt forvirret i et annet rom av mengden trær det var der, som du egentlig ikke fokuserte på men som... ja, de var der... Og i det tredje rommet – at alt sammen var opp-ned. [...] Det skapte en ganske kul effekt. (Elevintervju 2, Skole D)

Noen av elevene omtalte også kontraster innenfor hvert enkelt rom. Einar fra Skole E kommenterte for eksempel at de levende akvariefiskene utgjorde en skremmende kontrast til de utstoppede dyrene og hjernepreparatene på sprit. Som han sa:

Einar: Det å se akvariet var litt skummelt... [...] Se noe levende, bare, i et sånn helt... kaldt rom... (Elevintervju, Skole E)

Cathrine fra Skole C fortalte at hun hadde kjent på en lignende form for skrekkblandet fryd i møte med det siste, mørke rommet:

Cathrine: Det sorte rommet med en sånn stripe i gulvet... det var så spesielt, og så minte det meg om et mareritt jeg har hatt skikkelig mange ganger... og det... det var bare så kult at det var på en måte helt mørkt, og så var det det ene lyset, og så noen ganger kom det lyder og plutselig greier i taket – for alt pleier jo være på gulvet... og så... ja... [...] Det er så annerledes fra alle andre rom, på en måte. (Elevintervju, Skole C)

De sterke virkemidlene gav jo ekstra dramatiske utslag med den første gruppa fra Skole B, da en av guttene besvimte og skadet seg stygt. Det faktum at omviseren hadde opplevd besvimelser med elever ni ganger tidligere i utstillingen, og at flere andre av våre elever valgte å forlate omvisningen underveis fordi de syntes det var for ubehagelig, viser at kombinasjonen av stimuli

fra utstillingen, omviseren og gruppa i sum kan bli for sterkt for noen og enhver. Samtidig søkte jeg i den omvisningsguiden og det undervisningsopplegget som jeg laget (og som altså ble brukt på Skole C, D og E) å forberede elevene på alle inntrykkene, og gi dem rom for å bearbeide opplevelsen både underveis og etterpå.



*En elev møter sitt eget speilbilde i speilrommet (Skole C, bilde fra et av hodekameraene).*

Men tross ubehaget var nesten alle positive til utstillingsopplevelsen samlet sett. Mange satte også pris på de voldsomme effektene – for eksempel Colin, som på vei inn i speilrommet utbryter «Dette er jo awesome, da!» (Omvisning, Skole C). Lærer E kommenterte:

Lærer E: Den mørke heisen, på starten, er litt kul. For jeg visste... du vet jo ikke hva du går til – og så plutselig blir du satt inn i en mørk heis. [...] Da kjenner du at spenningen stiger litt... [...] Det speilrommet – det var jo veldig stilig da. Det likte jeg. Så merker du at hodet blir... du blir sånn merkelig i hodet... og det var vel der også jeg så elevene var veldig fokusert. (Lærervintervju, Skole E)

De to lærerne ved Skole D påpekte at dette var en læringsarena som kunne treffe elevgrupper med persepsjonspreferanser og læringsstiler som ikke så lett kan møtes i en tradisjonell klasseromsetting:

Lærer D2: Men hvordan alle disse... sånn som speilrommet, for eksempel, hvordan... alle disse sanseinntrykkene på en gang har... påvirket dem, da... De har kjent det på kroppen på en annen måte enn de kanskje ville fått ved å... lese om det eller gjøre forsøk [...]

Lærer D1: Så tror jeg at man... man når jo mange fler, tror jeg da... I stedet for de som kanskje liker å være litt mer stille, sitte i ro, lese ting, vi har jo... og så er det de som gjerne vil bevege seg, ta, føle, ... ikke sant?

Lærer D2: Det er det med læringsstiler.

(Lærerintervju, Skole D)

Lærerne fra Skole D trakk videre frem de sanselige kontrastene i utstillingen som et verdifullt moment:

Lærer D1: Det ble en veldig blanding da, synes jeg... for du fikk de der... hjernene på glass i et veldig speisrom... altså, da var du nesten – ikke sant? Du har det veldig konkrete og jordfaste der, og så har du... har du egentlig et... ja, romskip, eller hva det var for noe... ehm... du fikk jo det veldig konkrete med maskin og operasjons... altså, de der tingene... vridd opp i taket til et sånt... ja, romskip av noe slag... altså, det var litt sånn der... det var en... altså, det var en sånn blanding, da

L2: Mmm... store kontraster...

(Lærerintervju, Skole D)

Elevene fikk altså i rikt monn brukt sine *iakttagelses-evner* i møtet med utstillingen. Både syn, hørsel og likevektsansen ble på ulike måter aktivt utfordret gjennom de tre rommene (eller fem, hvis vi tar med slusene i hver ende). De mange utstilte gjenstandene (flere av dem kunne man ta på), de varierende materialene i innredningen (glass, metall, plast, ubehandlet tre, gips,

og så videre) – og ikke minst det skiftende underlaget fra tykt teppegulv til stålplater, tørket leire, og teppegulv igjen – representerte mer eller mindre vedvarende taktile stimuli gjennom hele omvisningen. Omviseren ba også elevene eksplisitt om å være bevisst de sanseerfaringene utstillingen gav dem, og hvordan kroppen deres reagerte på disse. Aktivitetsformen iakttagelse er derfor markert med heltrukket ring i tabellen nedenfor (Tabell 6).

Alle historiene som omviseren fortalte i løpet av den timen klassene sakte beveget seg gjennom utstillingen, stimulerte selvsagt først og fremst hørselen. Historiene var medrivende, og elevene fulgte stort sett engasjert med. I den omvisningsguiden som jeg laget, prøvde jeg å ta til følge rådene fra Stine Kühle-Hansen om å bruke det hun kalte et sansenært språk – med mindre sensasjonsfokus og sterkere fremheving av opplevelsen av å være i utstillingen.

Omviser: Nå vil jeg at dere bare sitter bitte litte grønn stille... og bare kjenner litt på kroppen vår, og dermed også hjernen vår...

[Etter fem sekunder flerres mørket av lynglimt, lamper i taket tennes, og en vrengt gitarsolo drønner over kontentum]

Cathrine: Aurgh!

[Noen ler]

Cathrine: Sjekk alle greiene oppi taket!

Christian: Ja, se rett over deg...

Cathrine: Det er sånn... tannlegelignende...

[Lysloopen avsluttes med et tordenskrall]

(Omvisning, Skole C, det mørke rommet)

Selv om mesteparten av omvisningen bar preg av autoritativ enetale (jamfør Mortimer og Scotts (2003; 2006)

distinksjon mellom autoritativ og dialogorientert undervisning) med (riktig nok) engasjerende fortelling krydret med retoriske eller lukkede spørsmål til publikum, var det også eksempler på genuin dialog. Når omviseren ved forskjellige anledninger så at elevene reagerte ekstra sterkt på noe – for eksempel de stirrende ansiktene i speilrommet eller de plutselige lyd- og lyseffektene i mørkerommet – ba hun dem sette ord på hva de opplevde, hvor i kroppen de kjente det, og hvorfor kroppen reagerte som den gjorde. Hun sørget også for å, så ofte som mulig, relatere disse erfaringene til faktastoffet om hormoner/nevrottransmittere og nervecellenes virkemåte, som var blitt gjennomgått i forarbeidet. Slik søkte hun å styrke elevenes forståelse av og bevissthet om egen kropp – deres *sansebevissthet* – samtidig som de fikk arbeidet med å utvikle et språk for å kunne *formidle* sanseerfaringene.

En av de tiltenkte effektene til rollespilløvelsen i forarbeidet var at elevene skulle gi et fysisk uttrykk for forelskeshormonenes virkemåte. Dette fungerte imidlertid ikke helt som planlagt, blant annet fordi elevene fikk for lite tid til å jobbe med rollene. Men tilbake i klasserommet etter museumsbesøket, fikk elevene god tid til å gi både sanseerfaringene og lærestoffet de hadde møtt et tekstlig og visuelt eller formmessig språk. Plakatverkstedet fungerte for de fleste av elevene meget godt som en arena for å arbeide med formidling. Elevene satt lenge og dypt konsentrert over A3-arkene sine, og lærerne var imponerte over resultatet. Hukommelsestesten i trerommet utfordret også i noen grad elevenes formidlingsevne, da de skulle gjenfortelle hva de hadde sett, lest og hørt for resten av klassen. Alt

i alt var formidling som aktivitetsform tydelig til stede gjennom undervisningsopplegget, så også denne er markert med heltrukket ring i Tabell 6 nedenfor.

Det at undervisningsopplegget så tydelig var tematisert i retning av at elevene skulle lære sin egen kropp å kjenne, gjør den perseptive selviakttagelsen – *sansebevissthet* – til et sentralt moment. Når elevene møter de forskjellige ansiktene som blunker til dem inne i speilrommet, spør omviseren: «Hvorfor reagerer vi på den måten vi gjør her inne?» Denne aktivitetsformen kan også berøre eksistensielle spørsmål, og stemningen i rommet kunne bli ganske fortettet når omviseren – for eksempel – banker på glasset, peker, og forteller at der, akkurat der, lå personligheten til den avdøde eieren av en av hjernene på sprit.

Ellers kom læring opp som tema flere ganger i løpet av omvisningene. Det å, i en skolesetting, snakke om hva som skjer inni oss når vi lærer og hvordan vi hver for oss kan arbeide mest mulig effektivt for å lære, innebærer et metaperspektiv som i seg selv kan bidra til å bygge opp bevisstheten i forhold til eget sanseapparat. Og dette handler i grunnen vel som mye om persepsjon som om kognisjon; det dreier seg om å rette kroppens måleinstrumenter mot læringen som aktivitet, og kjenne etter hva som fungerer og ikke fungerer. Omviseren brukte seg selv som eksempel:

Omviser: Vi har forskjellige måter å lære på. Noen lærer veldig... de kan for eksempel lese mye – og så husker de alt. Sånn er ikke jeg. Jeg må sitte med tankekart, og jeg må sitte med det tankekartet og se på det veldig mye, og så husker jeg det bildet inni hodet mitt [viser frem et tankekart hun har laget seg



for å lære den nye omvisningsguiden]. Hvis vi lærer oss hvordan hjernen vår fungerer, så kan vi lære oss ekstremt mye. (Omvisning, Skole C, i speilrommet)

Med utgangspunkt i en diskusjon om drømmer i det mørke rommet, kom hun så inn på den nevrofysiologiske sammenhengen mellom repetisjon og hukommelse:

Omviser: Det ville jo ikke forundre meg hvis dere på en eller annen måte drømte om Mind Gap. Det er jo ofte sånn at det vi har i drømmene våre er en veldig sånn forvridd versjon av det vi har opplevd – kanskje fordi hjernen vår jobber med det vi har opplevd... Er det noen av dere som tror at dere husker noe av det jeg sa, i morgen?

Flere: Ja...

Omviser: Hva med om et år?

Flere: Ja

Flere: Nei

Omviser: Ofte så er det jo sånn at de tingene vi husker de har gjort veldig sterkt inntrykk på oss – enten fordi vi syntes de var dritskumle, eller kjempekule, eller ekle... At dere husker noe som har med hjernen å gjøre hvis dere synes det var ekkelt er ikke rart, fordi da skjer det noe oppi... mellom disse synapsene våre, de blir liksom sterkere de båndene som sender signalene. [...] Er det noen som sparker fotball her?

Flere: Ja

Omviser: Ja? Når man driver og trikses; når man begynner og skal lære seg triksing som liten så er det jo kjempevanskelig. Men etter hvert, når man har triksa veldig mange ganger, så blir det lettere. Det er jo ikke fordi bare beinet blir veldig vant til følelsen av ballen, men det er fordi de banene inne i hjernen som har med triksinga å gjøre, de har gjort det så mange ganger at det er veldig god kommunikasjon mellom dem. Når vi på en måte lærer oss noe, og vi

Tabell 6. Perseptive aktivitetsformer som øves i Mind Gap: iakttagelse, formidling og i noen grad sansebevissthet (stiplet ring innebærer at aktivitetsformen i noen grad er til stede, mens heltrukket ring betyr at aktivitetsformen er sterkt til stede).

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

repeterer det, så sørger vi for at de veiene mellom nervene våre, nervecellene, de blir liksom sterkere. Da blir det lettere, da bruker vi mindre energi på å huske – både kroppslig husk og mental husk... Så alt det vi repeterer, det blir rett og slett enda mer satt inne i hjernen.

(Omvisning, Skole C)

I flere av elevintervjuene kom de tilbake til dette med drømmer:

Espen: Det siste rommet var jo... det var veldig... det var som en drøm. Det var helt sånn... det var som en drøm der jeg skal løpe gjennom alle disse rommene her, altså om noen jakta på meg. Det tenkte jeg faktisk på etterpå, at det kommer jeg til å drømme... (Elevintervju, Skole E)

Jeg finner i datamaterialet mange eksempler på at elevene var inne i en aktivitetsmodus som tangerer det sansebevissthetsbyggende. Når jeg i Tabell 6 likevel bare har satt en stiptet ring rundt denne aktivitetsformen, er det fordi elevene nærmest ble beordret inn i disse aktivitetene; omviseren fortalte elevene at de skulle tenke på hvordan de brukte sansene sine – og så gjorde de det. «Selviakttagelser hever seg ut av noe innenfra-kjent», skriver Aksel Hugo (1995, s. 69), og presiserer at disse egenbevegelsene bør ha utgangspunkt i genuine spørsmål hos den lærende selv.

### 8.2.2 Kognitiv deltakelse: Å dvele, og undres

Elin: Hvis du skal få folk til å lære noen ting, så burde det jo være litt sånn... såpass intenst at folk liksom vil huske det... [...] Det svir seg litt inn i hjernen. (Elevintervju, Skole E)

Når elevene utfordres til å delta kognitivt i Mind Gap utstillingen innebærer dette et metaperspektiv man kan bli litt svimmel av. Spørsmål som *Tenk på hva som skjer når du tenker*, er som en marerittaktig babushkadukke der du for hver dukke du åpner finner en ny og større dukke – og du kan fortsette i det uendelige mens dukkene vokser og vokser. Riktig nok er det ikke bare kognisjon vi bruker hjernen vår til – nesten alt vi er og gjør med sanser, følelser, sosialisering og motorikk kan sies å ha sin kilde i hjernen. Dette gjøres også til et tydelig poeng av omviseren, og Asbjørn ved Skole A konkluderte med at «vi bruker hjernen til alt»:

Omviser: Hva er det dere bruker deres hjerner til?

Flere: Tenke. Huske.

Omviser: Andre ting? Tenke? Huske? Ja? Jeg tror dere bruker hjernen til veldig mye...

Asbjørn: Vi bruker hjernen til alt.

(Omvisning, Skole A)

Men elevene var kommet til denne utstillingen med naturfagslæreren sin, og de var på museet først og fremst for å bruke hjernene sine til å lære naturfag. Omviseren penset da også hyppig elevene over fra perspektiv deltakelse til kognitiv oppmerksomhetsbevegelse, og påkalte konsentrasjon og læringsfokus. Etter lynet og det plutselige tordenskrallet i mørkerommet, spør hun for eksempel: «Hvilket hormon var det som ble aktivert i kroppene deres nå?» (Omvisning, Skole C). Elevenes mentale blikk blir slik henledet tilbake til forarbeidet på skolen, hvor de blant annet hadde blitt gjort kjent med adrenalin, oksytocin og dopamin – de tre ulike signalstoffene som både fungerer som hormoner i blodbanen og som neurotransmittere mellom nervecellene i hjernen. Gjennom omvisningen kom de tilbake til disse ved

flere anledninger, og i forskjellige sammenhenger, slik at begrepene og stoffene funksjoner ble grundig repetert. Elevene ble også introdusert for flere titalls andre vitenskapelige begreper i løpet av omvisningen – alt fra ventrikler og aminosyrer til anencefali, dendritter og hippocampus.

Svein Magnussen, professor i kognitiv psykologi og nevrovitenskap, la da jeg intervjuet ham stor vekt på sammenhengen mellom repetisjon og læring:

Svein Magnussen: Hovedeffekten av læring det er repetisjon. Så det er ikke noen måte å unngå pugg og repetisjon på – det finnes ingen måte i det hele tatt å unngå det. [...] Jeg synes også man lurer ungene lite grann når man sier at læring skal være så jævlige morsomt – hvor har man det fra? Det er ikke det minste morsomt å lære, det er morsomt å kunne! [...] Jeg må innrømme at det meste jeg leser, det er jo gørr kjedelig. Men når du liksom skjønner det og kan det – så er det morsomt. (Intervju, 11/5 2012)

Magnussen var imidlertid skeptisk til Mind Gap som læringsarena, fordi han mente utstillingen med sin dramatiske scenografi og skiftende virkemidler motvirket den andre grunnbetingelsen for læring – oppmerksomhet og konsentrasjon. Som han sa:

Svein Magnussen: Pedagogisk sett så synes jeg ikke den funka i det hele tatt. [...] Jeg er ikke sikker på hvordan den vil virke pedagogisk, fordi... betingelsen for å huske, senere, altså læringsdelen, innprentingsdelen, det er jo at du har oppmerksomheten rettet mot det du skal... [...] Vi lærer... husker ikke ting vi ikke har lagt merke til. Det er... det kognitive apparatet fungerer jo ikke som et videokamera [...] Den formen for hukommelse, altså episodisk hu-

#### Kognisjonsdomenets aktivitetsområder:

Til kognisjonsdomenet har jeg assosiert disse aktivitetsområdene: *tenkning*, *perspektivering* og *kritisk refleksjon*. *Tenkningen* forbinder jeg med abstrahering, logiske resonnementer og matematiske operasjoner. *Perspektivering* forstår jeg som utvikling av ulike scenarier i problemløsing, samt analytisk og syntetisk argumentasjon. *Kritisk tenking* handler om å vurdere scenarier, forstå hvordan elementer avhenger av hverandre i en større sammenheng, og på bakgrunn av dette evne å fatte beslutninger.

kommelse og semantisk hukommelse, det er avhengig av at du faktisk har vært oppmerksom på det og lagt merke til det. [...] Og derfor tror jeg at det barn vil huske hvis de går gjennom den utstillingen der det er disse dramatiske effektene. (ibid.)

Omviseren, som tydelig gav uttrykk for at hun likte utstillingen godt, fremhevet altså samtidig at den er en krevende undervisningsarena som hun til dels må «kurrere mot». Overfor elevene presiserte hun, akkurat som Magnussen, at konsentrasjon er et premiss for læring:

Omviser: Denne utstillingen, den har musikk og mye å se på overalt. Det betyr rett og slett at når dere skal konsentrere dere om hva jeg sier, så må hjernene deres jobbe ganske hardt for å prøve å luke ut alt det som ikke er relevant akkurat da. Så fokus har mye for hukommelse å gjøre. De som lærer seg å fokusere når det gjelder, de husker ofte godt. Men de som er veldig lett tilgjengelige med andre ting... [ler] de husker ingenting, fordi de er opptatte av alt og så blir det bare en stor grøt. (Omvisning, Skole C)

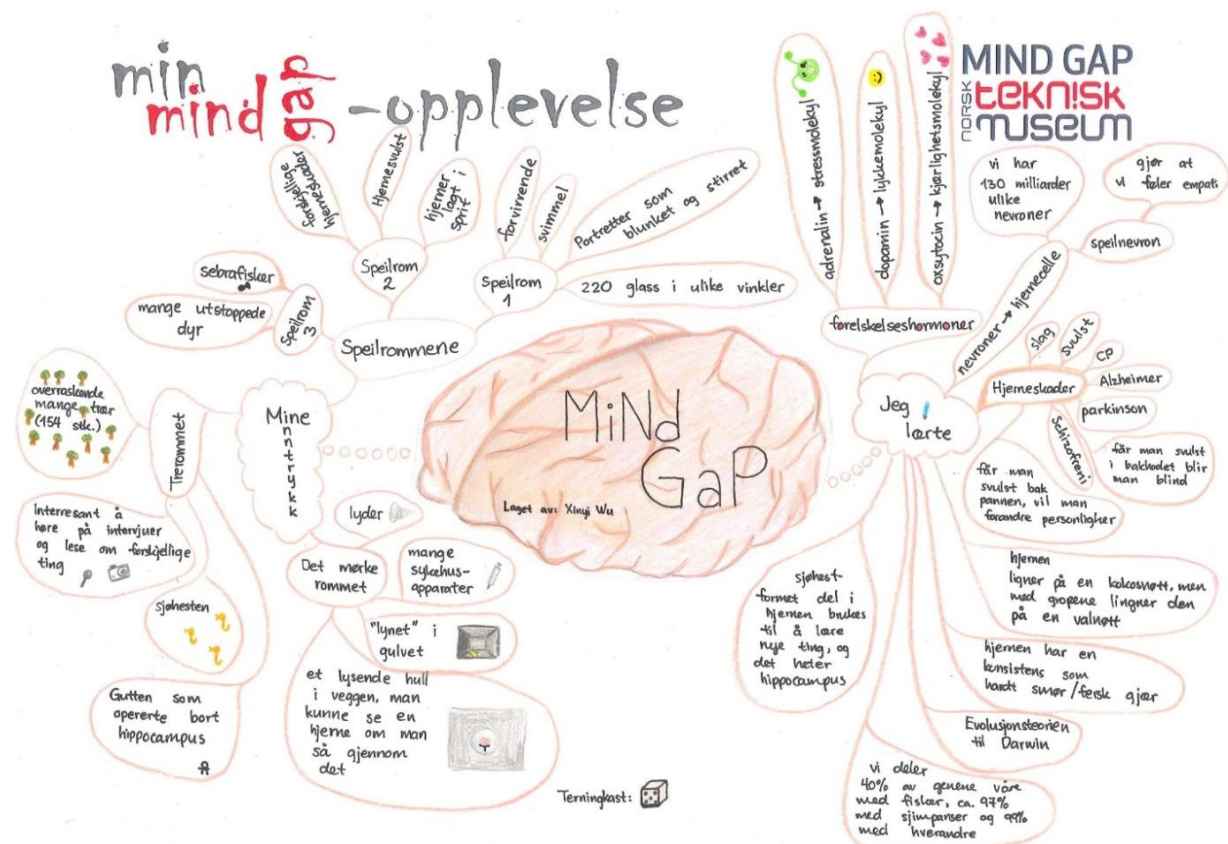
Jeg spurte Magnussen om han mente at den optimale læringsarena er helt steril. Til dette svarte han at han var usikker, men at han i alle fall ville foretrukket et mer nøytralt undervisningsrom enn Mind Gap:

Svein Magnussen: Rent sånn teoretisk så kan du jo argumentere for at... hvis du ikke har noen distraherende faktorer så er sannsynligheten for at du har oppmerksomheten mot det du skal lære og det kommer inn det det skal er større, men... det ville man jo tro - i alle fall gjøre den så nøytral som mulig... Jeg tror nemlig ikke den utstillingen er en optimal lærings situasjon. (Intervju, 11/5 2012)

Flere av både lærerne og elevene som oppgav også at de ble distraheret av omgivelsene under omvisingen. Følgelig er det nok trolig at de gikk glipp av detaljer i

historiene som omviseren fortalte. Men Magnussen erkjente samtidig at sterke opplevelser gir minner som sitter bedre enn andre minner:

Svein Magnussen: Erfaringer knyttet til sterke emosjonelle opplevelser de sitter bedre enn andre erfaringer. [...] De sitter nødvendigvis på den måten at de er mer motstandsdyktige mot glemsel. [...] Kjerne minnet sitter. Og det er antagelig to grunner til det. Det ene er at alt dette er jo kodet inn med full oppmerksomhet... [...] Det andre er oppmerksomheten sammen med den emosjonelle aktiveringen - sterk aktivering - som gjør at denne typen minner antagelig støttes av flere nevralt nettverk enn vanlige minner. [...] Altså, du får en øvingseffekt på det, ved at du selv husker det og husker det og husker



Min Mind Gap-opplevelse: Hjernen som tankekart (plakat av elev ved Skole D).

det, og hver gang du husker det så blir jo dette en ny innkodingsituasjon som gjør at du husker det bedre og bedre. (ibid.)

En av guttene fra Skole C, var inne på noe av det samme når han sa:

Carsten: Jeg tipper at hvis vi bare hadde sittet i et klasserom, så kunne vi lært dobbelt så mye av det vi gjorde nå, men vi ville kanskje husket halvparten så

I nesten alle elevintervjuene poengterte elevene at de husker bedre lærestoff som de kan knytte egne opplevelser eller «bilder» til. Camilla forklarer:

Camilla: Ehm... sånn generelt sett så synes jeg det er best å lære hvis man, på en måte... hvis ord er forbundet med bilder, da... bilder... ikke bilder, men... syn... altså, egne bilder...

Snorre: Ja? Mmm... Så at du har sett ting selv?

Camilla: Ja. Sånn at man forbinder det med noe. Da er det mye lettere å huske. [...] Skolebøker leser man jo hver dag, og så har du sett det samme klasserommet hver dag fra samme vinkel hver dag... Så da har du ikke noe du kjenner, eller da har du ikke et kjennetegn til den teksten du leser... ut i fra... det blir som et tankekart... [...] Hvis du har et tankekart med farger, så kanskje du forbinder farger med de forskjellige tekstbolkene, på en måte... og da husker man det bedre, i stedet for at alt blir likt.

(Elevintervju, Skole C)

Flere av lærerne bemerket at mesteparten av elevene deres trolig ville gjort seg ferdig med utstillingen på få minutter dersom omviseren ikke hadde geleidet dem og holdt dem igjen med historiene sine. Når det gjelder Magnussens innsigelser, må man ta hensyn til at han var i utstillingen uten omviser. Det er derfor ikke så lett

å bruke hans vurderinger til grunn dersom læringspotensialet i undervisningsopplegget skal evalueres. Omvisningen var laget for å komplettere utstillingsopplevelsen ved å sette fortellinger i forbindelse med de sterke inntrykkene, og for- og etterarbeidet skulle styrke læringskonteksten. Å «spille på lag med rommet» var, som det fremgår i kapittel 6, ett av kriteriene jeg la til grunn foran revisjonen av undervisningsopplegget. Omviser snakker for eksempel om speilnevroner og empati når elevene kommer inn i speilrommet, og i mørkerommet snakker hun om drømmer. Hun ber elevene om å lukke øynene, og kjenne etter hvordan det er å være i dette mørke rommet: «Hvis dette hadde vært en drøm – hva slags drøm hadde det vært?» (Skole D, gruppe I). De fleste svarer at det hadde vært en skummel drøm – «en skrekkfilm» eller «en sånn tortur-greie». Men andre sier «jeg ser en fugl» eller «jeg synes det så ut som et kunstverk». Flere av elevene forteller også om drømmer som de har hatt, og hvilke assosiasjoner de får av dette. Omviseren forteller så om forskningen på drømmenes funksjon, før hun får elevene til å flytte seg til den andre enden av rommet. Hun ber elevene der om å reflektere over hvordan det endrede perspektivet gir nye assosiasjoner, når de studerer de lyssatte gjenstandene i taket. En av guttene ved Skole D sa i intervjuet etterpå at det å sitte på gulvet og kikke opp i taket gav ham følelsen av å ligge på et operasjonsbord og vente på å bli dissekert. Kameraten repliserte med at han syntes det var som om verden var opp-ned, siden alt hang i taket og veggene og gulvet var tomme.



*En liten tørket sjøhest, hippocampus, henger mellom trærne i skogrammet – én av detaljene det er lett å gå glipp av dersom man vandrer gjennom utstillingen på egenhånd (bilde fra museets video om utstillingen, gjengitt etter tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).*

Dette skal styrke elevenes opplevelse av helhet og sammenheng, og fremme deres kognitive deltakelse. Når omviseren foran hjerneveggen med preparater på formalin snakker om hvordan en levende hjerne ser ut, og forteller om hvilke hjernesykdommer menneskene som bar disse hjernene døde av, spør elevene ivrig om kreft, hjernehinnebetennelse og hodepine. Det er tydelig at de fysiske omgivelsene er egnet til å engasjere, og at de ansporer til undring og refleksjon.

I det hele tatt er elevene flinke til å komme med fine spørsmål og kommentarer underveis, noe følgende spørsmål – stilt i fullt alvor – kan illustrere:

Omviser: De som har Parkinson da, for det er jo det du har når du ikke har dopamin, de blir ofte deprimerede [...]

Colin: Når man blir gammel så har man jo en tendens til å bli sånn sur og grinete. Er det fordi man slutter å produsere dopamin?

(Omvisning, Skole C)

Omviseren søkte å trekke elevene inn i fortellingene sine ved å stille spørsmål. Mange av disse spørsmålene var imidlertid av ganske lukket karakter, og til tider rent retoriske. Men noen spørsmål var også slike som elevene

ne kunne bære med seg videre gjennom utstillingen som en slags vibrerende resonansbunn. Spørsmålene knyttet til utstillingens tittel var av den typen:

Omviser: De fleste på Nansen sin tid de så for seg at hjernecellene våre de hang sammen som dette [viser med fingrene], i et sånt nettverk... men Nansen, selv om han ikke hadde bra nok mikroskop til å kunne påvise det, han sa det – at det er et mellomrom...

Charlotte: Mind gap?

Omviser: Mind gap! Denne utstillingen heter jo det. Mind – hva betyr mind på engelsk?

Flore: Hjerne... Minne...

Omviser: Hjerne, minne, eller sinn... Og gap det betyr...?

Flore: Mellomrom... Gap...

Omviser: Mellomrom. Denne utstillingstittelen den kan man leke litt med, for det betyr egentlig at det er veldig stort mellomrom mellom det vi vet om hjernen vi har, og det vi kan vite... Eller at det kanskje er et mellomrom mellom oss selv og den hjernen vi går og bærer på... Man kan tolke det på mange måter...

(Omvisning, Skole C, ved akvariene)

Ellers var en av de viktigste endringene jeg gjorde i revisjonen av undervisningsopplegget å redusere omfanget av temaer og begreper som skulle berøres. Jeg tok ut enkelte temaer fra omvisningen, og prøvde å styrke den røde tråden gjennom undervisningsopplegget. Mens oppgavene i det opprinnelige forarbeidet til sammen omfattet nesten alle temaer og begreper som var berørt i omvisningen, var rollespillet i det reviderte forarbeidet sentrert rundt bare ett tema – forelskelse.

Mens intensjonen bak det opprinnelige forarbeidet var å styrke begrepsinnlæringen ved repetisjon, ønsket jeg

med det reviderte forarbeidet snarere å styrke helhetsopplevelsen ved å relatere utstillingen til et tema som elevene opplever angår dem. Slik sett kan man kanskje si at det reviderte undervisningsopplegget legger mindre vekt på kognitiv deltakelse enn det opprinnelige, men jeg opplever at elevene blir mer bevisst tilstedeværende når de settes i situasjoner som de opplever taler til dem. Denne tilstedeværelsen rommer tankens kraft, men også viljen og følelsene.

Noen av lærerne syntes vi burde brukt mer tid på å forberede elevene til rollespillet, slik at de hadde bedre forutsetninger for å forstå når og hvorfor de ulike molekylene skulle reagere. «Vi burde ha jobbet mer med teksten», sa for eksempel Lærer D1 i lærerintervjuet. Lærer D2 la imidlertid vekt på at det var «veldig fint at den teoribiten i starten var såpass liten [...] – at de fikk jobbe en del selv ganske raskt». Jeg ønsket at introduksjonen skulle være så kort som mulig, for at den enkelte elev skulle bli tvunget til å tenke og kjenne etter selv i møte med situasjonene i rollespillet. Men jeg må erkjenne at det er få femtenåringer som er komfortable med å utagere spontant foran hele klassen, med en forsker og videokamera til stede. Så dersom jeg skulle gjort dette igjen ville jeg nok gjort som Lærer D1 foreslo, og startet med en gjennomlesning av rollespillteksten (leseprøve) sammen med skuespillergruppen, og deretter hatt en diskusjon rundt når og hvordan de ulike rollene skulle tolkes i lys av teksten.

Som jeg allerede har pekt på syntes jeg at etterarbeidet i museets opprinnelige undervisningsopplegg i for liten grad involverte og utfordret elevene i bearbeiding av opplevelsen og det de satt igjen med. Dette søkte jeg å

bøte på i det reviderte opplegget, med plakatskriving som etterarbeid. Rammene rundt plakatskrivingen var fra min side ganske vage; hver elev skulle presentere «Min Mind Gap-opplevelse» med ord og/eller bilder i A3-format, men innhold og uttrykk kunne de altså velge fritt.



«Hva har vi oppi hodene våre nå?». (Skole E, bilde fra et av hodekameraene)

Lærerne ved de tre skolene la da også opp plakatverstedet på litt ulike måter. Etterarbeidet fungerte nok best ved Skole D, der lærerne startet med å «koble på» (som de sa) elevene ved å vise bilder fra museumsbesøket i noen minutter. Deretter gav de elevene fem minutter til å diskutere i summegrupper hva de hadde lært og hva som hadde gjort sterkest inntrykk på dem, og til slutt samlet gruppene innspill på tavla. Lærerne fortalte så litt om de ulike plakatsjangerne elevene kunne velge mellom, og understreket at hver enkelt skulle lage *sin plakat* med *sin versjon* av opplevelsen med Mind Gap. Lærerne la i intervjuet etterpå vekt på at denne formen for bearbeiding og oppsummering var meget tilfredsstillende både for elevene og for dem.

Lærer D1: Og da føler man liksom... som lærer, da føler man på en måte at man får ryddet opp, trukket trådene og avslutta, på en måte... (Lærerintervju, Skole D)

Dette behovet for å rydde opp i inntrykk, forbinde løse tråder og gjøre alt klart og betydelig – eller lage kosmos av kaos – tror jeg er den mest grunnleggende driften bak menneskets kognitive deltakelse i verden<sup>22</sup>.

Elevene ble gjennom hele undervisningsopplegget stimulert til *tenkning* og kognitiv oppmerksomhetsbevegelse knyttet til begrepene som fagstoffet som ble introdusert med forarbeidets faktaark. I rollespillet måtte de tolke situasjonene som oppsto i henhold til beskrivelsene på faktaarket, under omvisningen ble begrepene gjentatte ganger referert til og koblet til et vell av andre historier og nye fakta og begreper, som elevene til slutt i etterarbeidet bearbeidet og gjengav i mer eller mindre eksplisitte former. I det hele tatt måtte elevene bruke betydelige kognitive ressurser på å tolke og kode inn all informasjonen som tilfløt dem gjennom de dagene undervisningsopplegget pågikk. «Hukommelsestesten» som ble gjennomført i trerommet ble en slags fortettet versjon av dette; her måtte de i løpet av få minutter oppfatte, forstå og gjenfortelle ulike historier og begreper for resten av gruppen. Tenkning er markert med heltrukket ring i Tabell 7 nedenfor.

*Perspektiveringen*, den kognitive perspektivbevegelsen, syntes også å være i aktiv bruk hos mange av elevene. Også denne aktivitetsformen har fått heltrukket ring i matrisen. I rollespillet måtte elevene prøve å forstå hvordan karakteren Hanne ville reagere på handlingselementer i teksten, og så på samme tid agere ut fra

dette og interagere med de andre. Da elevene sto inne i den mørke slusa inn til Mind Gap-utstillingen, spurte omviseren om de trodde de ville sett noe lys dersom de befant seg inne i sin egen hjerne – et perspektivbytte som jo er til å bli svimmel av. Omvisningen med alle historiene, biografiene og gjenstandene gjennom utstillingens svært forskjellige rom, utgjorde i seg selv en øvelse i perspektivering; stadig ble nye assosiasjoner vekket, og kontrastene i scenografien nærmest river deg fra en verden til den neste. I det siste rommet – mørkerommet – er det visuelle perspektivbyttet også et eksplisitt poeng; «Nå ser vi rommet fra en litt annen vinkel...», sier omviseren etter å ha fått elevene til å flytte seg til enden av rommet og beskue installasjonen i taket (Omvisning, Skole C). Det som mange først – når de satt under det – betraktet som skremmende og stygt, ble på litt avstand vakkert og poetisk. Omvisningen ble avsluttet med en perspektiverende utfordring til elevene, da omviseren spurte dem «Er det noen av dere som kommer til å drømme for eksempel om denne utstillingen når dere sover i natt?» (Omvisning, Skole C). Hun understreket at søvnen og drømmene også er en viktig komponent i læringsprosessen:

Omviser: Hvis vi sitter og leser til en prøve på kvelden og så legger vi oss litt for sent fordi vi driver og sjekker Facebook og alt mulig annet, så betyr det bare at hjernen vår den får ikke all den tiden den trenger til å formidle disse... denne kunnskapen ut til langtidshukommelsen – sånn at vi faktisk husker det når vi sitter der dagen etter på pulten vår... (Omvisning, Skole C, mørkerommet)

---

<sup>22</sup> Jean Piaget skriver i boken *The Language and Thought of the Child* om vår naturgitte trang til å utvikle og perfektionere de mentale skjemaene som strukturerer vår forståelse av verden – som en slags intellektets evolusjonsprosess (Piaget, 1959).



Tabell 7. Kognitive aktivitetsformer som øves i Mind Gap: Tenkning, perspektivering og kritisk refleksjon.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

Den selviakttagende *kritiske refleksjonen* er så absolutt til stede når elever som Carsten ovenfor påpeker at ekskursjoner som dette kanskje gjør at man får gjennomgått mindre lærestoff enn man kunne gjort i klasserommet, men at man likevel vil huske mer av det i etterkant. Det samme gjelder når elevene stiller spørsmål ved omviserens historier, eller kobler disse til egne erfaringer og personlige standpunkt. Ved et par av omvisningene ble det for eksempel tilløp til diskusjoner om dyreetikk i forbindelse med fortellingene om forsøksdyr og modellorganismer, og dette kom også opp som et tema i elevintervjuene. Dessuten involverer flere av metadiskusjonene, knyttet designernes intensjoner med utstillingen og til perseptiv selviakttagelse (se 8.2.1), også kritisk refleksjon. Som det fremgår av Tabell 7 er alle aktivitetsformene innenfor det kognitive deltakelsesdomenet tydelig til stede i undervisningen.

### 8.2.3 Emosjonell deltakelse: Å la seg berøre

Si c'est la raison, qui fait l'homme, c'est le sentiment, qui le conduit. (Jean-Jacques Rousseau)<sup>23</sup>

Da professor Svein Magnussen fortalte meg om koblingen mellom hukommelsen og følelsesmessig ladede opplevelser, fremholdt han at forskningen – til tross for en del motforestillinger – tyder på at minner knyttet til emosjonelle erfaringer sitter bedre enn emosjonelt nøytrale minner (se et lengre utdrag av intervjuet på side 129). I det opprinnelige undervisningsopplegget ble det gjort et eksplisitt poeng av dette; i speilrommet står det en egyptisk kanopekrukke, og omviseren fortalte elevene ved Skole A og Skole B om hvordan de gamle egypterne fjernet hjernen gjennom nesen på lik som skulle balsameres, og avsluttet med å si at denne histo-

<sup>23</sup> Gjengitt hos Schiller (1795/1967). Min oversettelse: «Hvis det er fornuften som gjør mennesket, er det følelsene som styrer det».

rien er så ekkel at den ville elevene komme til å huske lenge.



*Kanopekrukken i ett av montrene i speilrammet (bilde fra museets video om utstillingen, gjengitt etter tillatelse fra Norsk Teknisk Museum).*

Lærer A likte dette, og påpekte at «groteske historier og litt mord og sånn [...] fenger elevene» (Lærerintervju, Skole A). Stine Kühle-Hansen mente derimot at dette, som hun kalte å «dvele ved det groteske og grufulle», innebar et kaldt, følelsesløst og tabloid sensasjonsfokus som elevene ville føle trang til «å beskytte seg mot» (intervju, 20/4 2012). Mange av elevene fra Skole A og Skole B gav uttrykk for at de syntes det var ubehagelig å være i utstillingen, og vi hadde jo også den tragiske hendelsen med gutten fra Skole B. Selve besvismelsen skjedde vel å merke ikke i rommet med kanopekrukken og hjernene på sprit, men omviseren poengterte selv at «det er der det begynner, hvis de blir uvel» (intervju, 12/4 2012).

Jeg mener at både denne situasjonen og helheten i omvisningen og det opprinnelige undervisningsopplegget, bar preg av en nødvendig distansetagen til elevenes følelsesmessige opplevelse av utstillingen og museumsbesøket. La meg nevne eksempler på noen andre situasjoner som jeg syntes var i overkant tabloide:

- Beskrivelser av Leonardo da Vincis anatomiske studier: «Han fikk tak i noe sånt som tre hundre

døde mennesker – enda paven hadde laget en lov som sa at det var forbudt å dissekere døde mennesker, så greide han å få tak i disse menneskene, og så skjærte han dem opp, og tegnet dem.» (Omviser, Skole B)

- Beskrivelser av Camillo Golgis hjerneeksperimenter: «Han var så interessert i hjerner at han lagde laboratorium hjemme på kjøkkenbenken; jeg tenker at hvis han var gift så var sikkert kona hans kjempeglad for det – fullt av ekle hjerner...» (Omviser, Skole B)
- Beskrivelser av hvordan man behandlet Parkinsonpasienter før: «Langt opp på 1900-tallet så behandlet man Parkinsonpasienter ved at man boret hull, og så stakk man en slags strikkepinne som man varmet opp på tuppen, og så kokte man bort den delen av hjernen som forårsaket skjelvingene.» (Omviser, Skole A)

En del av dette er nok uttrykk for et ønske om å bruke en ungdommelig tone og humor som virkemiddel i omvisningen, men i denne settingen ble det etter min mening for plumpt. Ikke sånn å forstå at det ikke fascinerte elevene, men det spiller på avsky og det man i filmverdenen kaller *splatter-estetikk*<sup>24</sup>, som jeg i denne sammenhengen opplevde var både nødvendig og spekulativt.

Med det reviderte undervisningsopplegget ønsket jeg å gjøre elevene mer emosjonelt deltakende ved å bruke mer av sansenært språk, og lage et undervisningsopp-

---

<sup>24</sup> *Splatter movies* er blitt en egen sjanger i skjæringsfeltet mellom komedie og skrekk-/actionfilm, med generelt overdreven effektbruk og særlig hang til blodsprut og makaber sadisme.

legg som kunne treffe elevene med mindre brutalitet, men likevel større gjennomslagskraft. Jeg droppet referansene til kanopekrukken, og heller enn å fokusere på sykdom og død foran hjerneveggen løftet jeg frem det håp for botemiddel og behandling av sykdom som hjerneforskningen representerer. Flere av elevene kom fortsatt med mishagsytringer som «Æsj, det er ekte hjerner!», «Uæh!» og «Er det ekte? Æsj!» mens de satte seg ned foran hjerneveggen. Men i stedet for å starte med å peke på svulster og anomali, trakk omviseren nå opp et perspektiv av samhörighet og empati:

Omviser: Det vi står og ser på nå er rett og slett... i de aller fleste tilfellene... så er det hjerner fra personer som levde for cirka 100 år siden. Så vi skal tenke på at dette her har vært oppe i hodet til mennesker som har vært like levende som oss selv... (Omvisning, Skole C)

Og når omviseren snakket om sykdommer som Alzheimer og hjerneslag, gjorde hun det med varsomhet og innlevelse:

Omviser: Tenk deg det, at pappaen din ser på deg og plutselig ikke husker hvem du er... [...] Sånn er det med hjernesykdommer og ting som handler om hjernen. Det påvirker ikke bare den som får den sykdommen, det påvirker alle rundt – og ofte på en veldig kjip måte. [...] Derfor er det veldig fint at vi har så mange dyktige forskere som prøver å jobbe for å lage medisiner mot dette her, å forstå sykdommen og hvorfor vi får det og hva vi kan gjøre for å unngå å få det... (Omvisning, Skole C)

Flere av elevene kom etter dette også med sine historier om sykdom og død i nær familie, og spørsmål om alt fra hodepine til hjernehinnebetennelse. Camilla for-

teller for eksempel: «Jeg kjente en som hadde det [hjernekreft], og hun begynte å miste litt hukommelse på slutten», mens Colin med bekymret mine spør: «Hvis man er litt sånn glemsk og ikke husker hvor man putter nøklene sine – har man en hjernesykdom da?» (Omvisning, Skole C),

En av jentene fra Skole C fortalte om skuespilleren Michael J. Fox som fikk Parkinsons allerede i trettiårsalderen, og omviseren opplyste at Fox hadde brukt Hollywood-formuen sin til å etablere et forskningsinstitutt som arbeider med å finne mer effektiv behandling for sykdommen. Omviseren sier videre at symptomene til Parkinsons sykdom kommer av at hjernen «slutter å produsere ett av de tre molekylene som vi har snakket om – det molekylet som gjør at vi føler oss veldig lykkelige når vi er forelska... [...] husker dere hva det var?» (Skole D, gruppe I). Etter litt diskusjon blir de enige om at det var dopamin, og omviseren følger opp med å si:

Omviser: Når hjernen slutter å produsere lykkehormonet, da får du Parkinsons. Da skjønner dere at dopamin er ikke bare et stoff som vi produserer masse av når vi er forelska – det har også andre bruksområder i kroppen. Kroppen bruker det, eller hjernen bruker det, for å kontrollere alle viljestyrte bevegelser. (Omvisning, Skole DI)

Elevene stilte flere gode spørsmål i denne sekvensen – de spurte blant annet om man kan bruke narkotika for å motvirke mangelen på dopamin i hjernen ved Parkinsons, og om eldre mennesker er grinete fordi man produserer mindre dopamin når man blir gammel. Elevene fortalte også om egne erfaringer med familiemedlemmer som har blitt rammet av Alzheimers. En gutt fra

Skole D forteller at han selv hadde epilepsi som barn, og om hvordan dette artet seg og hvordan han opplevde det. Lærer C kommenterte:

Lærer C: Når elevene kom frem med personlige ting, eller om slektninger, når de begynner å koble virkeligheten og ting som man kanskje... noen snakker om hjernesykdommer, Alzheimers og sånn... og kreft... det er sånne sykdommer som rammer ganske hardt, så det er ikke noe hyggelig eller positivt i det hele tatt, og det å være villig til å ikke bare koble virkeligheten til fagstoffet, men snakke om det og ta... Det der er veldig sterkt synes jeg, for det at en elev er villig til å [...] dele personlige ting i en sånn setting med klassen... og i en undervisningssituasjon, det det er alltid for meg veldig spesielt. (Lærerintervju, Skole C)

Utstillingen behøver nemlig ikke noe skrekkefilmestetisk fortellerspor for å gjøre inntrykk på publikum. Svein Magnussen, som altså hadde besøkt utstillingen uten omvisning, fortalte:

Svein Magnussen: Jeg tar ikke med barnebarne mine på utstillingen fordi deler av den er for skummel. (Intervju, 11/5 2012)

Men også med det reviderte undervisningsopplegget var det flere av elevene som ga uttrykk for at de hadde opplevd deler av omvisningen som ubehagelig og skremmende:

Einar: Det med ting i taket var lit vanskelig å få tak i...

Espen: Det var skummelt, nesten. [...] Det var litt sånn... har du sett filmene med *Saw*, de der *Saw*-filmene?

Snorre: Nei..?

#### Emosjonsdomenets aktivitetsområder:

De emosjonelle aktivitetsområdene jeg har definert er *følelse*, *innlevelse* og *selvfølelse*. Du deltar med *følelser* når du blir sint, glad, rørt, oppglødd, redd – kort sagt følelsesmessig engasjert. *Innlevende* deltakelse handler om å vise empati, medfølelse og hengivenhet. Dersom *selvfølelsen* er involvert, setter du din egen identitet på spill; deltakelsen din er svært dedikert, og av en slik art at den kan forandre hvordan du ser på deg selv.

Espen: Det er sånne tortur-filmer. [...] Det så ut som sånne redskaper til tortur! [...]

Elin: Man bare ventet på at en sprøyte skulle falle ned i hodet på en...

(Elevintervju, Skole E)

Carsten: Jeg tenker at det er en sånn torturgreie som ligger over der, så sitter jeg under og så skal den liksom brukes på meg... (Omvisning, Skole C)

Omviseren fulgte heller ikke omvisningsguiden jeg hadde skrevet helt til punkt og prikke, og ved enkelte anledninger glemte hun seg og falt tilbake til stemningen og de fortellertekniske grepene fra det opprinnelige undervisningsopplegget – som her, foran veggen med hjernepreparater:

Omviser: Vi kan ta et par preparater; det helt øverst der [peker], det er rett og slett en skive av en hjerne fra et barn – derfor ser det litt mindre ut. [...] Men dette barnet har hatt vannhode... [...] det har fylt seg opp med for mye av denne væsken som hjernen er fylt med, og så har det begynt å presse på resten av hjernen [peker med begge hender på sitt eget hode]. Og det hører dere sikkert, det er ikke bra for hjer-

nen. Det til høyre for denne hjernen [peker på et nytt preparat] det er et øye det som henger nederst

Camilla: Uhu... [græsser i avsky]

Omviser: Hvis hun [peker på en jente på gulvet ved siden av seg] hadde en åpen hodeskalle og jeg kunne ta ned på hjernen hennes, så ville ikke hun kjenne at jeg tok på hjernen! Vi har ikke sensorer på hjernen, vi har ikke smertesensorer. Hun ville kanskje begynne å rykke i andre deler av kroppen fordi jeg liksom presset [ler], men hun kunne ikke kjenne at jeg trykket på hjernen hennes liksom... Så når man blir operert i hjernen så får man ikke bedøvelse i hjernen – det trenger man ikke – men man får bedøvelse i kraniebeinet, rett og slett, og i hjernehinnene.

(Omvisning, Skole C)

Men til tross for at dette på mange måter strider mot mine intensjoner om å lage en mer nedtonet og empatisk orientert omvisning, fremhevet Lærer C nettopp dette møtet med hjernene på sprit som en av utstillingens sterkeste emosjonelle opplevelser for ham personlig:

Lærer C: For meg personlig – dette med... glass... containers med hjerner fra døde mennesker... det slo meg at de klumpene der hadde vært fylt med tanker, følelser, ønsker, drømmer, ambisjoner, skuffelser... [...] Det øyeblikket der var for meg veldig... merkelig.

Snorre: Det var et sterkt øyeblikk for deg?

Lærer C: Ja, det var det faktisk. Hvor... fordi det har med bevissthet [å gjøre] – hva er bevissthet?



Min Mind Gap-opplevelse: Følelser i skogen (plakat av elev ved Skole E).

(Lærerintervju, Skole C)

Grepet med å la undervisningsopplegget ta utgangspunkt i forelskelsen som tema ble gjort for å fremme denne formen for eksistensielle opplevelser – erfaringen av å bli berørt. Lærerne ved Skole D fremhevet at dette utgjorde en tydelig og relevant inngang til lærestoffet:

Lærer D2: De ble litt sånn fint preppa til dagen etter ved at de hadde [...] vært gjennom dette skuespillet og kjent litt på... flauhet og litt forskjellige [ler] følelser som kan komme inn der, og hadde kanskje begynt å tenke litt på prosesser som skjer i hjernen i forhold til det. Jeg tror at hvis det hadde vært veldig mye teori, så hadde de fort falt av lasset [...]. [Det var] en morsom måte å tilegne seg stoffet på: ufarliggjøre det og [...] gjøre det mer relevant, da, for dem selv. Dette er noe som skjer hos dem. [...]

Lærer D1: De kjenner seg selv igjen i det da, og så er det jo et veldig spennende tema for dem – det er jo noe som de er opptatte av [og da er det] lettere å gjøre det til sitt eget.

(Lærerintervju, Skole D)

Omviseren refererte til forarbeidet flere ganger på veien gjennom utstillingen. Når hun spør hvor mange av elevene som har vært forelska, eller hvordan det kjennes å være forelska, er jo dette svært personlige spørsmål. Men fordi dette er lagt inn som en tematisk og faglig ramme, blir disse følelsene og erfaringene på en måte ufarlig- og tilgjengeliggjort. Kjærtegn og kroppskontakt, for eksempel, handler rett og slett om oksytocin – og er verken skummelt eller flaut:

Omviser: Det er det [oksytocin] som gjør at vi knytter oss til hverandre. Når vi koser mye med hver-

andre, som man ofte gjør når man er kjærester eller ektefolk eller i det hele tatt, eller hvis man bare har venner som man er veldig mye nær, sånn som det der [peker smilende på to av jentene som sitter og lener seg mot hverandre, jentene ler]... så produserer man oksytocin rett og slett, og så føler man en sterkere tilknytning til hverandre. (Omvisning, Skole C)

I speilrommet snakket omviseren om speilnevroner og empati:

Omviser: Har dere merket for eksempel at gjesping det smitter?

Flere: Ja

Omviser: Ja? Eller at hvis noen smiler og er veldig glad, så er det veldig mye lettere å smile tilbake? Speilnevronene de gjør at vi på en måte har lyst til å kjenne følelsene til den andre personen.

(Omvisning, Skole C)

Hun snakker om hvordan spebarn smiler tilbake til oss når vi har dem i armene og smiler til dem og om massesuggesjon med hylende tenåringsjenter på konserter, og elevene er svært konsentrerte og deltakende. En av guttene rekker opp hånda, og forteller: «Når jeg sitter og mater lillesøstera mi, så er det ofte at jeg gaper opp selv...» (Gutt, Skole C). En annen gutt spør om de som har Asbergers syndrom mangler speilnevroner, og omviseren bekrefter at man har funnet ut at de som lider av Asbergers og andre former for autisme har speilnevroner som ikke er like aktive som normalbefolkningen. Omviseren snakker litt videre om viktigheten av medfølelse og empati for at vi skal fungere som sosiale vesener.

### Husker vi bedre når følelsene mobiliseres?

Svein Magnussen: Det er jævlige mye forskning på dette her... at erfaringer knyttet til sterke emosjonelle opplevelser de sitter bedre enn andre erfaringer.

Snorre: Det er det, ja?

Svein Magnussen: De gjør det. Det gjelder altså både positive og negative, ikke sant. Så de sitter nødvendigvis på den måten at de er mer motstandsdyktige mot glemsel. [...] Denne form for hukommelse, episodisk hukommelse, selvbiografisk hukommelse, den er jo ikke noe videobånd. Så det er en konstruksjon egentlig, eller en rekonstruksjon. Det du opprinnelig erfarte er en del av det, men så kommer det mange andre ting – det du tenkte om det senere, hva andre har fortalt, hva du har lest om det og så videre – alt dette vil kunne blande seg inn hos deg og skape etter hvert et minne hvor kjerneminnet er riktig, men hvor det er rekke detaljer som faktisk ikke stemmer. Det behøver ikke være korrekt. [...] Kjerneminnet sitter, og det er antagelig tre grunner til det: Det ene er at alt dette er jo kodet inn med full oppmerksomhet, altså skikkelig full oppmerksomhet – du blir helt 'Wow!' [...] Det andre er at oppmerksomheten [virker] sammen med den emosjonelle aktiveringen – sterk aktivering – som gjør at denne typen minner antagelig støttes av flere nevralt nettverk enn vanlige minner. Altså hvor du får med deg dette emosjonelle som kobles opp mot det sånn at det er [...] flere veier inn til [minnene]. Det tredje er jo at [...] du får en øvingseffekt på det, ved at du selv husker det og husker det og husker det, og hver gang du husker det så blir jo dette en ny innkodings situasjon som gjør at du husker det bedre og bedre. [...] Disse tre faktorene til sammen er antagelig vis en hovedgrunn til at slike dramatiske, traumatiske minner sitter bedre. Selv om de ikke nødvendigvis er mer korrekte, så sitter de bedre enn andre minner – bedre over tid. [...] Og det samme gjelder også sterkt positive [minner]. [...]

Snorre: Men den typen sterke episodiske eller implisitte minner... er det da slik at hvis du har et veldig sterkt implisitt, episodisk minne... er det da lettere å huke på eksplisitte faktahukommelse... semantisk?

Svein Magnussen: Ikke sant... ja, nei, det er... det er et interessant spørsmål...

Snorre: Eller blir det overskygget?

Svein Magnussen: Det kan man spørre om, og jeg har ikke noe svar – jeg er ikke en gang sikker på om det er stuedert... [...] men jeg ville nesten ikke trodd det. [...] Jeg tror at sånne sammenhenger kan virke distraherende. Det er jo en teori om slike dramatiske minner, nå snakker vi om såkalt tunnelhukommelse [...]. Den svenske psykologen Sven-Åke Christianson [...] viste at det som sitter bedre er de sentrale elementene, mens mer perifere ting sitter dårligere. [...] Det der er søren ikke lett. For hemmeligheten er jo å fange ungenes oppmerksomhet om de tingene de skal huske. [...]

Snorre: [Men] hvis du for eksempel da har faktakunnskap som er... tydelig emosjonelt farget, da... så vil det være representert i to systemer og da [sitter det] bedre...?

Svein Magnussen: Ja. Det vil det være. Og den emosjonelle fargingen vil gjøre også at det episodiske sitter bedre.

Stemningen i rommet var på dette tidspunktet blitt usedvanlig fortrolig og nær. Elevene lot seg berøre, og berørte hverandre, med fortellinger, undrende spørsmål og ettertenksomme svar. Cathrine, Camilla og Charlotte fortalte i elevintervjuet at de var blitt spesielt blitt grepet av det omviseren fortalte om autismediagnoser som Asbergers syndrom:

Cathrine: Og så var det [spennende å høre om] speilnevroner. [...] Det er sånn at de som har Asbergers, for eksempel, de har noe feil med dem, så de ikke forstår ansiktsuttrykk og...

Camilla: Tristhet og sånn

Cathrine: ... ja, hvordan de viser seg da, på utsiden... [...]

Charlotte: Det er jo trist for de som har Asbergers... Det er jo det da, for da føler de seg jo sikkert veldig ute...

(Elevintervju, Skole C)



*Elevene sitter på puter på gulvet inne i den første delen av speilrommet, mens omviseren forteller om speilnevroner (bilde fra et av hodekameraene, Skole C).*

Når elevene tilbake på skolen skulle begynne å lage plakater med tittelen *Min Mind Gap-applevelse*, fikk de vite at Teknisk Museum ville plukke ut noen av plakatenes til en egen utstilling i museet. Museet valgte til slutt 20 av de til sammen 67 innleverte plakatenes, og disse hang

utstilt i museets foajé over en treukersperiode fra november til desember 2012. Det var tydelig at dette motiverte elevene – ikke bare skulle de her forskes på (noe som i seg selv var litt spennende), det de produserte skulle også stilles ut i et av Norges best besøkte museer. De ble sett, de ble vist tillit, og de så ut til å vokse på det.

Oppmerksomhetsbevegende *følelser* var nok for de aller flestes vedkommende i spill gjennom store deler av dette undervisningsopplegget. Følelsesmessige reaksjoner ble nærmest tvunget ut av elevene – først med rollespillet, hvor de fikk kjenne på flauhet og spenning knyttet til det å snakke om forelskelse i klassen og til å opptre for hverandre i teit rollespill, og dernest i møte med utstillingens bombardement av sanseinntrykk og mer eller mindre dramatiske beretninger. Hvilke valører følelsene hadde i de ulike situasjonene varierte nok en del fra elev til elev, men jeg våger å påstå at alle gjennomlevde et spenn i følelsesregisteret som langt overgår det de vanligvis erfarer i løpet av en ukes naturfagundervisning.

I det reviderte undervisningsopplegget la jeg altså stor vekt på å stimulere til *innlevelse*. I noen grad var innlevelsen involvert i forarbeidets rollespill, hvor elevene som publikummere kunne kjenne på klassekameratenes flauhet, og som skuespillere skulle prøve å leve seg inn i en rolle. Men først og fremst var det under omvisningen at elevene fikk øvet sin empati og innlevelsessevne – blant annet når omviseren i speilrommet fortalte historiene til pasienter med hjernesykdommer, og når hun i trerommet fortalte om Henry Molaison (mannen som levde hele sitt voksne liv uten hippocampus). Det å få



Tabell 8. Emosjonelle aktivitetsformer som øves i Mind Gap: Følelse, innlevelse og i noen grad også selvfølelse.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

utbytte av en historie som fortelles, det å lytte, handler for en stor grad om å bruke denne evnen til å føle seg inn i andre menneskers situasjon og opplevelse av verden. I etterarbeidet, da elevene skulle gi uttrykk for hvordan de hadde opplevd Mind Gap-rommet og hva de hadde lært der, måtte de bruke innlevelses evnen på seg selv og sine erindringer.

I hvilken grad var så *selvfølelsen* involvert gjennom dette undervisningsopplegget? Vel, rollespillet var i utgangspunktet tenkt å skulle gi elevene en opplevelse av å bli sett og tatt på alvor, men slik det utspilte seg er jeg redd for at mange snarere følte seg litt latterliggjort eller utlevert – blant annet fordi de ikke fikk forberedt seg godt nok. Omvisningen handlet prinsipielt sett om et tema som i høyeste grad angikk elevene – deres egen kropp – men jeg er litt usikker på i hvilket monn de faktisk tok dette innover seg. Ble det først og

fremst hjernen til andre mennesker dette handlet om, eller opplevde de faktisk at de lærte om seg selv? Omviseren understreket at de selv kan påvirke sin egen hjerne – gjennom maten de spiser, menneskene de omgir seg med, miljøene de oppsøker og det de bestemmer seg for å lære. Som jeg har vært inne på flere ganger, synes jeg plakatverkstedet fungerte godt som en arena for bearbeiding av opplevelsen og lærestoffet. Samtidig innebærer det at (noen av) disse plakatene skulle stilles ut og at de skulle vurdere undervisningsopplegget, en anerkjennelse av deres kompetanse og egenverdi, som kan virke identitetsbyggende og fremme selvfølelsen.

#### 8.2.4 Sosial deltakelse: Roller i spill

Det sosiale aspektet er viktig i alle skoleekskursjoner. En utflukt endrer rammene for samhandlingen. Både lærere og elever får anledning til å gå inn i andre roller;

med den kanadiske sosiologen Erving Goffman kan vi si at de får anledning til å fremstå mer «back stage» og vise frem andre og mer private eller personlige sider av seg selv (Goffman, 1990). At det å være på tur til Teknisk Museum i seg selv var en sosial begivenhet, poengterte alle – både lærere og elever – i intervjuene. Lærer A sa det slik:

Lærer A: Bussturen og sånn er jo veldig spennende [...] – bare dét i seg selv er jo motiverende. [...] Det å komme til Oslo er en liten happening det, for disse elevene. (Lærerintervju, Skole A)

I klasserommet er rammene for sosial interaksjon ganske snevre, og etter hvert som elevene blir kjent med hverandre og læreren etableres det mer eller mindre stereotype roller i klassen (Lyng, 2004). Vi sier ofte at klassen da «har satt seg», og disse rollene – som gjerne omfatter noen dukser, et par klovner, en kverulant eller to, noen sløvere, noen tøffinger, noen snobber og noen frikere – blir ofte ganske statiske, og er vanskelige å komme ut av fordi samhandlingsmønsteret er så likt fra én dag til den neste<sup>25</sup>. Skoleturer som denne til læringsarenaer utenfor klasserommet, kan for noen utgjøre et frirom fra disse rolleforventningene (selv om det for andre kan oppleves som en arena der rolleutøvelsen er ekstra viktig).

---

<sup>25</sup> Sosiolog Selma Therese Lyng presenterer i sin klasseromstudie fra ungdomsskolen de ni elevstereotypene *Gromgutt*, *Gulljenta*, *Gutteromsgutt*, *Jålejenta*, *Machogutt*, *Nerden*, *Spurvejenta* og *Villkatten* (Lyng, 2004). Legg merke til at alle disse – bortsett fra *Nerden* – er kjønnsstereotyper. Gjennom ROSE-studiens (*Relevance of Science Education*), utviklet naturfagdidaktikerne Camilla Schreiner og Svein Sjøberg en topologi over elevprofiler (basert på spørreskjema om framtidige utdannings- og yrkesvalg) som omfatter de fem kategoriene *Tekno-jappen*, *Myk-jappen*, *Idealisten*, *Praktikeren* og *Realisten* (Schreiner & Sjøberg, 2006). Disse merkelappene er i utgangspunktet ukjennede, selv om kjønnene er ulikt representert innenfor kategoriene.

I forkant av denne skoleturen hadde altså elevene gjennomført et forarbeid som blant annet omfattet et rollespill. Her var det fokus på samhandling, på humor og følelser, og det var et potensial for å spille på latente sosiale spenninger (og avstandsforelskelser) i elevgruppa. Med dette håpet jeg å riste elevene litt ut av sine vante roller, for at de slik kunne møte utstillingen med færre hemninger og mer nysgjerrighet.

Svært mye av den sosiale interaksjonen som utspiller seg på en skoletur handler ikke om selve undervisningen – den er vel så mye knyttet til (som Lærer A antydte) det som skjer på bussen til og fra, i pausene, og i ubevoktede øyeblikk underveis. Omvisningen i Mind Gap-utstillingen var stramt regissert, og det var begrenset rom for sosial interaksjon elevene imellom. Likevel søkte jeg i den reviderte omvisningsguiden å stille mest mulig åpne spørsmål, for å trekke elevene inn i diskusjonen. Et spørsmål som «Hvis dette hadde vært en drøm – hva hadde du syntes om den drømmen?» (Omvisning, Skole C), ledet med flere av gruppene til lengre ordskifter hvor elevene kunne komme med svært forskjellige assosiasjoner og tolkninger – noen syntes det var skummelt, mens andre syntes det var vakkert. Dreivet frem av hverandre stilte de også nye spørsmål – for eksempel:

Christian: Det øyeblikket når man sovner – hvorfor kan man ikke huske det?

Omviser: Nei, ofte så gjør man jo ikke det...

Christian: Nei, men går det an? Hva er det egentlig som skjer da? Tar hjernen bare og kobler av, helt automatisk liksom?

Omviser: Nei det vet jeg ikke, men det... dere har sikkert opplevd at dere føler at dere faller – sånn i den søvnfasen

Flere: Ja

Omviser: ... og så når dere bakken og da våkner dere?

Flere: Ja

Omviser: Det er jo et fenomen som hjerneforskerne forsker på [...] Det har kort sagt med at hjernen sovner fra kroppen, eller omvendt...

(Elevintervju, Skole C)

Jeg hadde i omvisningsguiden gjort et poeng av at elevene skulle være i fysisk kontakt med hverandre (de skulle holde hverandre på skuldrene når de beveget seg fra ett rom til det neste), for å skape en atmosfære av

nærhet og tillit i de til dels skremmende omgivelsene. Omviseren var imidlertid redd for at dette ville skape unødig mye uro i gruppa, og droppet dette. Det var likevel tydelig at mange av elevene, særlig fra Skole C, følte seg trygge på hverandre og settingen – noe den uforbeholdne åpenheten fra Colin vitner om:

Colin: Da jeg var liten, da jeg gikk sånn i sjetten klasse,

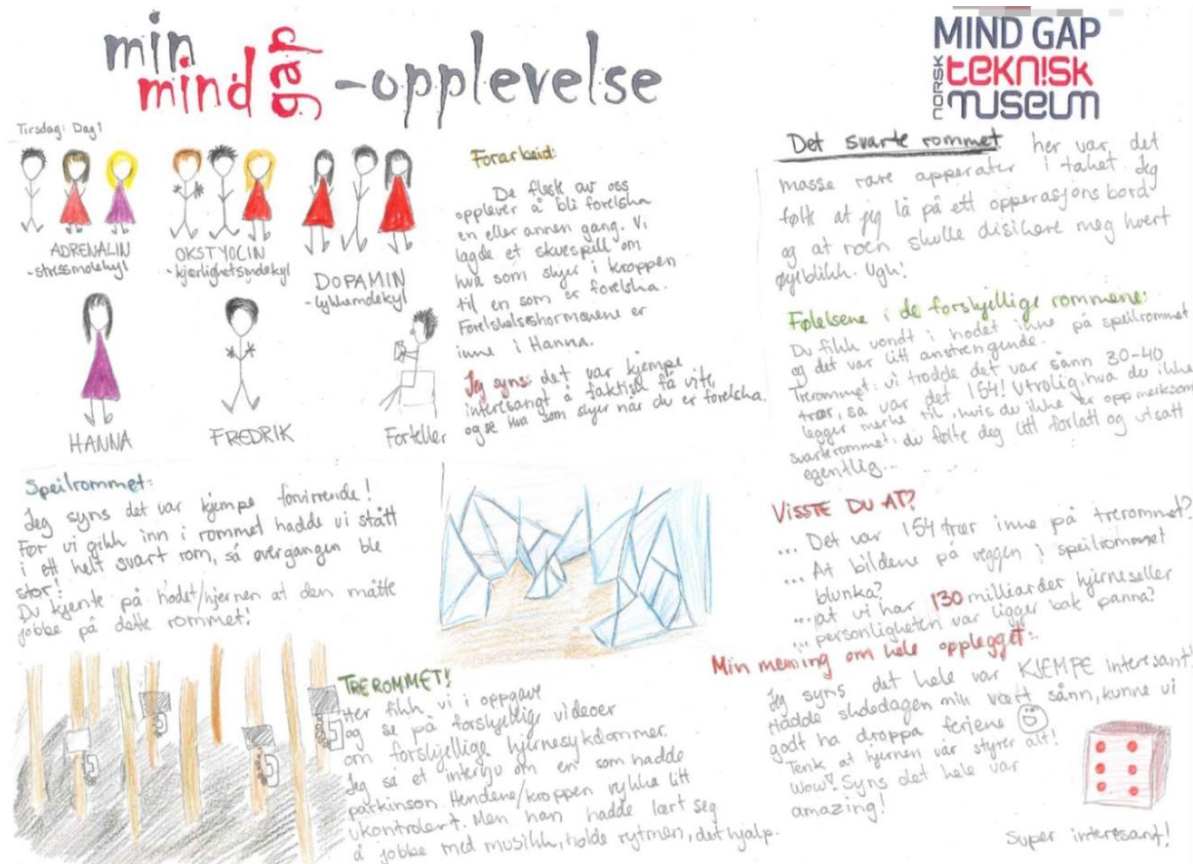
Omviser: Ja?

Colin: ... så hadde jeg en sånn drøm natt etter natt – at jeg løp på en strand og så var det et dyr som kom etter meg...

Omviser: Ja...

Colin: Og så var det sånn at hver gang jeg snudde meg så kom den etter meg

Omviser: Ja?



Min Mind Gap-opplevelse: Dette opplevde vi! (plakat av elev ved Skole D).

Colin: Det var mareritt

Omviser: Det... hørtes ut som et mareritt.

Colin: Og så våknet jeg sykt svett og så måtte jeg gå inn til mamma og pappa og så begynte jeg å gråte...

(Omvisning, Skole C)

Det var tydelig forskjell mellom de ulike klassene med tanke på hvor trygge elevene var på hverandre. Særlig samkjørte var elevene ved Skole C, og omviseren lot seg imponere over hvor deltagende de var og hvor villige de var til å dele sine erfaringer og tanker:

Omviser: Det som slår meg er hvor utrolig mye fint de kommer med, altså... alle refleksjoner og spørsmål og kunnskap – de kan så utrolig mye! (Intervju, 17/10 2012)

På ett punkt i omvisningen – i trerommet – fikk også elevene bevege seg litt fritt, for å finne frem til hvert sitt tre. I den påfølgende «hukommelsestesten» skulle de så fortelle resten av klassen hva de hadde lest eller hørt eller sett ved «sitt tre». Stine Kühle-Hansen var da jeg intervjuet henne etterpå sikker på at bare dette lille innslaget av sosial interaksjon ville styrke elevenes læringsutbytte:

Stine Kühle-Hansen: I trerommet så involveres man litt fordi man skal være en slags... reporter. [...] Det lille der gjør jo at de vil mer sannsynlig huske det. [...] Med en gang du må si det til naboen din, hviske det i øret til naboen din, så vil det automatisk skje noe med hjernen din som gjør at du vil huske den fillesetningen, i stedet for læreren som står der og sier den fillesetningen ti ganger. [...] Det er så mye kjemi i det sosiale samspillet, og kjemi er jo lim for hjernen... (Intervju, 26/10 2012)

#### Sosialiseringsdomenets aktivitetsområder:

Innenfor det sosiale deltakelsesdomenet ligger følgende aktivitetsområder: *aksept*, *samspill* og *tilhørighet*. *Aksept* handler om tre inn i et fellesskap og bygge relasjoner til de andre deltakerne i fellesskapet. *Samspill* er det som foregår når du aktivt interagerer sosialt med de andre, og dere sammen kommer fram enighet og spilleregler som tilgodeser hverandres behov. *Tilhørighet* kan man oppleve etter gjentatte ganger å ha blitt vist aksept og tillit fra de andre deltakerne i fellesskapet, understøttet av gode erfaringer med konstruktivt samspill.

Samarbeidslæring er et pedagogisk verktøy, som blant andre beskrives av David Johnson og hans kolleger (Johnson et al., 2006). Denne læringsformen handler om at elevene jobber sammen i små grupper hvor de hjelper hverandre med å mestre materiell og oppgaver slik at alle i gruppen lærer mest mulig. De mekanismene som Kühle-Hansen beskriver får man full effekt av dersom samarbeidslæringen fungerer godt.

Undervisningsopplegget utfordret elevenes oppmerksomhetsbevegende *aksept* gjennom de fjollete rollene de måtte gå inn i i forarbeidet. Under omvisningen aksepterte de fleste villig både omviseren som autoritet og fagperson og dialogformen hun førte. I etterarbeidet jobbet de disiplinert og dedikert med plakatene de ble bedt om å lage.

*Samspill* foregikk riktig nok i en noe stiv og stilisert form i rollespillet, hvor elevene blant annet måtte bytte på å være publikum for hverandre, og som skuespillere følge fortelleren og hverandre. Inne i utstillingen var

Tabell 9. Sosialiserte aktivitetsformer som øves i Mind Gap: Aksept og i noen grad også samspill.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

imidlertid samspillet med omviser ekte, engasjert og konstruktivt. Elevene støttet og inspirerte hverandre, og skapte god dialog der de fikk mulighet for det. Mesteparten av omvisningen hadde likevel form av en monolog, hvor omviseren fortalte historier og gjetet elevgruppa gjennom utstillingen.

Som jeg åpnet med å si, innebærer alle ekskursjoner gode muligheter for å arbeide med sosiale relasjoner og *tilhørighet* i klassen. Potensialet for dette ble imidlertid i liten grad utnyttet i undervisningsopplegget vårt – det var for lite eksplisitt fokus på og rom for bearbeidning av sosiale prosesser i gruppa. Rollespillet kunne vært en anledning til å jobbe med tilhørighet dersom det hadde blitt lagt opp annerledes og viet mer tid. Elevene vil kjenne et fellesskap rundt det å ha vært på tur sammen, men under omvisningen var det omviseren og utstillingen som sto i fokus – ikke elevgruppa. Etterar-

beidet var hovedsakelig lagt opp individuelt, og var følgelig ikke en arena for gruppedynamikk.

### 8.2.5 Handlende deltakelse: Interaksjon og bearbeidning

Inne i Mind Gap-utstillingen var det i svært liten grad lagt opp til handlende deltakelse fra elevenes side – utover stasjonsvis forflytning, og at elevene ble oppfordret til å rekke opp hånda og stille spørsmål eller svare på omviserens mer eller mindre åpne spørsmål.

Det lille avbrekke med «hukommelsestesten» var et unntak, men flere av elevene kommenterte etterpå at de fikk for lite tid til dette:

Einar: Skulle ønske vi kunne fått tid til å gå rundt og høre på alle de... alle greiene i stedet for én... å få høre de andre historiene også.

Ester: Ja, det hadde jeg også veldig lyst til.  
(Elevintervju, Skole E)

Forarbeidet var ment å kreve handlende deltakelse fra alle elevene, ved at alle skulle fylle roller i rollespillet. Det varierte riktig nok litt hvor aktivt deltakende de var, både fordi rollene var ulike og fordi noen gikk mer helhjertet inn i skuespilleriet enn andre, men til alle roller fulgte det instruksjoner og eksplisitte sceneanvisninger. I omvisningsguiden hadde jeg også skrevet inn noen situasjoner som var ment å stimulere elevenes kroppslige deltakelse, men det var bare noen av disse som omviseren valgte å bruke. Jeg hadde blant annet lagt opp til at elevene i forbindelse med speilnevron-temaet skulle stille seg opp ansikt til ansikt og smile til hverandre, jeg ba om at elevene skulle legge hendene på hverandres skuldre når de toget inn til hjernepreparatene og det samme når de skulle inn i mørkerommet. Dette ble ikke gjennomført. Men omviseren fulgte min regi i forbindelse med inngangen til tre-rommet, hvor elevene ble bedt om å finne hvert sitt tre med en gjenstand eller video, og studere disse individuelt. Og så hadde jo etterarbeidet en klar praktisk profil, med bestillingen *lag en plakat*.

I intervjuene gav de aller fleste elevene uttrykk for at de gjerne ville ha sterkere praktiske innslag i naturfagundervisningen. De la vekt på at praktiske aktiviteter gjør faget mer interessant – som motvekt til den ellers ganske teoritungene undervisningen – og flere hevdet også at de lærer mer dersom de får relatere seg til lærestoffet med kroppen og hendene. En av jentene fra Skole E sa:

Elin: Så hvis du skulle lære om hjernen og du har sett på hjernen og tatt på hjerner eller noe sånt... så tror

jeg kanskje at jeg ville husket mer... (Elevintervju, Skole E)

Dette med å *ta på hjerner* ble faktisk nevnt av flere – også av lærerne – som et forbedringsforslag til utstillingen og undervisningsopplegget. En av lærerne ved Skole D uttrykte seg slik:

Lærer D1: Der ved den hjerneutstillinga, der kunne jeg godt tenke meg at de fikk mye mer tid til å gå og studere og så se på de ulike tilfellene... [...] Mens jeg var det, så tenkte jeg... hun satt jo blant annet og snakket om at hun hadde tatt på en ekte hjerne, og litt sånne ting, og hvordan føles det og sånne ting... Jeg skulle ønske at det hadde vært liksom... grisehjerner eller hva det var, altså, at du faktisk hadde muligheten til å... helt, ja, ganske fersk hjerne – «ta og kjenn»! Men... jeg savna litt tid til at de kunne gå på egenhånd og ta og føle litt... sånn... (Lærerintervju, Skole D)

Lærer E hadde en tilsvarende kommentar:

Lærer E: De har jo vært veldig på det med å *se* en hjerne, og du så jo de nervetrådene og det... og bare å få lov til å... det er ikke så lang tid som skal til, bare sånn ett til to minutter hvor de bare kjenner at «nå kan jeg gå bort og kikke»... (Lærerintervju, Skole E)

Her ser vi altså at lærerne uttrykker ønske om mer fri utforskning.

Selv om flere gav uttrykk for at de likte rollespillet, var det enkelte – blant annet Christian fra Skole C – som gav uttrykk for at de hadde ønsket seg et mer håndgripelig forarbeid:

Christian: Jeg lurer litt på hvor det het Mind Gap og handlet om hvordan hormoner liksom går mellom nerver. Fordi, jeg følte ikke at vi lærte noe særlig om

akkurat det da vi var der... At det var ikke noe om nerver eller hormoner – det var mest for å gi oss en litt sånn... rar følelse når vi skulle gå gjennom der – eller få oss til å tenke.

Snorre: Mmm... Du syntes det var dårlig sammenheng mellom forarbeidet og opplegget der?

Christian: Ja. Og så tenker jeg kanskje at hvis det skulle være om det, så kunne man sett sånn anatomi av en hjerne... litt sånn... helt *close up*... Så man ser hvordan ting er.

(Elevintervju, Skole C)

Christian ønsket seg mer *science*; han ville ha et undervisningsopplegg som løftet frem naturvitenskap og gav praktisk nærhet til forskningen, i stedet for å fokusere på sanselig storytelling. Litt i samme gate som dette etterlyste både Stine Kühle-Hansen og et par av lærer-

ne mer bruk av enkle konkretiseringsverktøy og små øvelser under omvisningen – både for å styrke elevenes forståelse og for gjøre omvisningen mer interaktiv. Stine foreslo for eksempel at man kunne krølle sammen et papirark for å vise hvordan hjernen får så stor overflate:

Stine Kühle-Hansen Så kunne man enkelt brukt noe konkretiseringsmaterieell for å vise det geniale – krøllet et ark [...] sammen; «Her har du faktisk overflatearealet som er mottaket for alle sansene dine!» I stedet for den der litt sånn.. tørre; «Ja, så og så mange kvadratmeter» og «så og så mange kilo». [...] Ordet genialt er ikke nok for ungdom. De må ha det konkretisert, tror jeg. (Intervju, 26/10 2012)

En annen øvelse hun foreslo var å la elevene prøve å knuse et egg i et syltetøyglass med vann, ved å riste på



Min Mind Gap-opplevelse: Dette gjør hjernen min (plakat laget av elev ved Skole C).

glasset. Dette for å vise hvor godt beskyttet hjernen er der den flyter i cerebrospinalvæske bak kraniet. Stine understreket at læreren kunne få ansvar for disse konkretiseringsøvelsene, for slik å få en tydeligere rolle under omvisningen.

Stine Kühle-Hansen: Jeg mener dette er for flatt. Kom nå inn med et Norgesglass fullt av vann med et egg og rist. Fordi... det gir den linken til virkeligheten. For det blir helt fjernt altså, for veldig mange elever, bare... en sånn monolog, stappfull av fakta og nærmest retoriske spørsmål. (ibid.)

Jeg innvendte at vi hadde vært redde for å legge opp til for mye praktisk elevaktivitet under omvisningen fordi det kan bli kaotisk inne i den trange utstillingen, og at konkretiseringsøvelser som dette kanskje heller kunne gjennomføres på skolen. Til dette svarte Stine med at vi i omvisningen i unødig grad passiviserte elevene:

Stine Kühle-Hansen: Men hun [omviseren] bruker virkelig ikke det lille som er å bruke heller da.

Snorre: Nei?

Stine Kühle-Hansen: Det var veldig, veldig magert. Altså, når hun spør «Ja, kan dere se noen dyr her i rommet?» [...] Hun får ikke elevene til å bruke nakken, det er akkurat som om hun har en følelse av at omvisningen blir dårlig hvis de ikke ser på henne. [...] Hun har et problem fordi hun har en oppfatning av at formidling er monolog – lytting. [...] De lukter det lang vei, ikke sant, når de vet at læreren skal ha et svar her – og det opplever elevene som demotiverende. [...] At [dere] ikke bruker elevene og tror det vil bli kaos, det kjenner jeg ikke igjen fra virkeligheten i klasserommet.

(Intervju, 26/10 2012)



*I det opprinnelige undervisningsopplegget vikk omviseren med seg en elev til å demonstrere hvordan hjerneceller kommuniserer. Legg merke til mellomrommet mellom akson og dendritt – dette er «mind gap», synapsen (Skale B, bilde fra et av hodekameraene).*

I den opprinnelige omvisningen var det faktisk lagt inn en konkretiseringsøvelse, der omviseren fikk med seg en elev til å legemliggjøre nervecellenes kommunikasjon seg imellom (se bildet ovenfor). Her hadde elevene også gjennom forarbeidet jobbet med innlæring av navnene på de ulike bestanddelene i en nervecelle, og øvelsen fungerte i og for seg ganske godt. Det ble imidlertid ikke plass til denne i det reviderte opplegget, der jeg ønsket å fokusere tydeligere på færre tema og innrette disse mot å stimulere til innlevelse og eksistensiell ettertanke (selv om det reviderte forarbeidet også tok for seg hvordan nevronene samhandler – se Faktaark I i Vedlegg 4).

Det var viktig for meg å prøve å gjøre løypa gjennom Mind Gap – fra forarbeidet, gjennom utstillinga og til etterarbeid – til én sammenhengende opplevelse hvor det ene elementet, trinnet, ledet logisk frem til og gav støtte og momentum til det neste. I det opprinnelige undervisningsopplegget gikk elevene tilbake inn trerommet for å løse oppgaver da omviseren var ferdig i markerommet. Men jeg ønsket at omvisningen skulle



suksessivt lede elevene gjennom rommene – fra kaninhull til kaninhull – og så være over når de kom til utgangen. Viktigheten av å ikke miste denne romlige flyten merket jeg for øvrig også med Skole C, da omviseren – oppildnet av mange gode spørsmål fra elevene – la inn et ekstra 20 minutter langt stopp i mørkerommet på slutten av omvisingen. For mange av elevene ble dette for lenge; de satt der litt for lenge og lengtet bort til utgangen fire meter bortenfor, og dette svekket en ellers utmerket omvisningsopplevelse.

Men vi gikk i hvert fall ikke baklengs på noe tidspunkt. I stedet for å sende elevene tilbake for å løse oppgaver når omvisningen var over, fikk de i oppgave å finne hvert sitt tre når vi kom inn i skogrommet. Her skulle de altså bruke noen minutter på å studere en video eller en gjenstand med forklarende merkelapp, og så etterpå (i plenum) rekapitulere hva de hadde fått med seg. Dette fungerte som et rytmeskifte i omvisningen, og ble annonsert som en hukommelsestest. Omviseren likte grepet:

Omviser: Hukommelsestesten funka kjempebra [...]. Jeg tror jo helt klart at de får gå for seg selv et par minutter – det er veldig viktig. [...] At du bare kjenner på at du «Åh! Nå har jeg fått styre litt selv»... (Intervju, 9/10 2012)

Ellers fortalte lærerne ved Skole D at de hadde observert hvordan elevene deres hadde brukt Vitensenteret i kjelleren på Teknisk Museum til å bearbeide lærestoffet etter omvisningen i Mind Gap:

Lærer D2: Jeg synes det var veldig fint at de også fikk tid på Teknisk Museum [...] for der fikk de jo ut-

#### Handlingsdomenets aktivitetsområder:

Til handlende deltakelse har jeg tilordnet aktivitetsområdene *vilje*, *samarbeid* og *bevisst øving*. Begrepet *vilje* peker på den konstruktive intensjonen og rettetheten som må ligge til grunn for bevisst handling. *Samarbeid* knytter seg til det å sammen med andre finne fram til løsninger på praktiske utfordringer, og det å søke å utfylle hverandre slik at gruppa som arbeidsenhet fungerer optimalt. *Bevisst øving* handler om å gå inn i prosess der du aktivt vurderer din egen praksis og systematisk leter etter forbedringspotensialer.

forsket veldig mye mer selv. [...] Det ble egentlig en ganske fin...

Lærer D1: Kombinasjon – ja. [...]

Lærer D2: Der på Vitensenteret – jeg synes jeg hadde utbytte av å ha vært der, på Mind Gap-utstillinga, og på en måte være inne i det når jeg gikk ned dit. For det gjorde at jeg tenkte på en helt annen måte på en del ting... Du skulle blant annet teste reaksjonsevne, lyd, lys, ... [...] og jeg så en del elever som var veldig opptatt av de tingene [...] som var relatert til hjernen. [...]

Snorre: Det er jo veldig spennende – Vitensenteret på en måte som arena for bearbeiding av Mind Gap?

Lærer D1: Ja!

(Lærerintervju, Skole D)

Dette var jo strengt tatt ikke del av undervisningsopplegget, men lærernes observasjoner er svært interessante. Jeg vil komme tilbake til dette i kapittel 8.3.

Alt i alt må man kunne si at undervisningsopplegget knyttet til Mind Gap-utstillingen bare i liten grad fungerer stimulerende for handlende deltakelse.

Tabell 10. Handlende aktivitetsformer som øves i Mind Gap: Noe vilje og noe samarbeid.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	<b>vilje</b>	<b>samarbeid</b>	bevisst øving

Oppmerksomhetsbevegende *vilje* – i betydningen handlingsrettet dedikasjon og besluttsomhet – fikk elevene øvet noe gjennom forarbeidet og etterarbeidet. Forarbeidets rollespill ble gjennomført ved alle skolene, men som regel med litt halvhjertet innsats fra skuespillerne. Til etterarbeidet var innsatsen betydelig bedre, og det ble produsert mange flotte plakater. Lærerne var imponerte både over resultatet – «Wow!», utbrøt Lærer C – og hvor iherdig og konsentrert storparten av elevene jobbet. Under selve omvisningen var det sett i et handlingsperspektiv først og fremst disiplin og innordningsferdigheter som krevdes fra elevene.

Det var også begrenset hvor mye *samhandling* det var rom for innenfor rammene av undervisningsopplegget. Bortsett fra rollespillet var det i liten grad lagt opp til at elevene skulle samarbeide, og elevene var gjennom omvisningen stort sett enten passive eller aktive én og

én i dialog med omviseren. Innledningen til etterarbeidet hadde spesielt ved Skole D en tydelig kollektivt anlagt profil, men selve etterarbeidet var jo helt individuelt.

Ettersom handlingselementet var så vidt lite vektlagt i dette undervisningsopplegget, var det heller ikke mange tilløp til selviakttagende *bevisst øving* gjennom dagene med forarbeid, museumsbesøk og etterarbeid.

### 8.3 Mind Gap som læringsrom

#### 8.3.1. Rom og deltakelse sett i sammenheng

Hvor vellykket som læringsrom var så dette undervisningsopplegget med Mind Gap, og hvordan påvirket læringsrommet elevenes deltakelse? I ettertid ser jeg at elevene ideelt sett fått utforske rommene enda friere, for å få fullt utbytte av utstillingens potensial. Se-

Tabell II. Oppsummering av aktivitetsformene som ble stimulert gjennom Mind Gap.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

niorcurator Henrik Treimo skriver følgende i en artikkel om arbeidet med utstillingen:

The architecture, the materials, the colours, in general the whole layout, were considered in relation to how people were supposed to enter the exhibition, what they could experience with their body and mind, and what they could touch, see, hear and even smell<sup>26</sup>. Everything was carefully considered for visitors to involve them as actors in the exhibition, and thereby take part in the generation of knowledge. (Treimo, 2013, s. 259)

Det å få en hel klasse med femtenåringer til å bruke en time til å «involvere seg som aktører» og utforske en

kunstinstallasjon som dette på egenhånd, tror jeg ville være vanskelig. Likevel – jeg kunne sikkert gitt elevene noe mer spillerom underveis, og lagt opp til flere akter der de fikk gå rundt på egenhånd.

Et stykke på vei er dette et spørsmål om tidsbruk og tidsøkonomisering – det ville rett og slett ikke være tid til å få gjennomgått alle omvisningens momenter på en skikkelig måte hvis elevene skulle brukt mer tid på å se seg om. Omviseren advarte også om at det etter hennes erfaring var vanskelig å få samlet elevene til fellesaktiviteter hvis de hadde minglet mye rundt. Men jeg tror ikke desto mindre at det ville svart seg å innskrenke og spisse undervisningsoppleggene noe, og heller åpne opp for å la læringsarenaens særtrekk i større grad definere hvilke aktivitetsformer elevene fikk involvere seg i. Da ville det kanskje også blitt rom for (eller tid til) å

<sup>26</sup> «Five different scents were developed by IFF Inc. in France for this show. They were *Membrane*, *Protection*, *Desire*, *Intelligentsia* and *Ego*. Owing to problems with dispenser machines they were never put to use, other than a few times when we did it manually» (original fotnote).

dvele mer ved utforskning av rommets muligheter underveis.

Men det er heller ikke tvil om at utstillingen og undervisningsopplegget slik det ble gjennomført evnet å engasjere elevene. Tabell II ovenfor viser at elevene var aktive innen alle de fem deltakelsesdomenene, men sterkest innenfor det kognitive området, og også sterkt innenfor det perseptuell og emosjonelle.

De fire situasjonene jeg beskrev i kapittel 8.1 plasserer seg i ulike posisjoner på romdiagrammet. Det er likevel på det rene at mesteparten av selve omvisningen foregikk i øvre venstre kvadrant av diagrammet – altså i et lukket og iscenesatt rom. Forarbeidet (det manusbundne rollespillet med Fredrik, Hanna og hormonene) var også lukket, og lettere iscenesatt. Etterarbeidet (oppsummering og plakaterverksted) var mer åpent, men klasseromsnøytralt og verken iscenesatt eller autentisk.

Når jeg har brukt matrisen på hver av de fire situasjonene finner jeg følgende fordeling av aktivitetsformene:

#### 1. Rollespillet

- Persepsjon: lakttagelse + Formidling
- Kognisjon: Tenkning + Perspektivering
- Emosjon: Følelse + Innlevelse
- Sosialisering: Aksept + Samspill
- Handling: Vilje + Samarbeid + (Bevisst øving)

#### 2. Møtet med speilrommet

- Persepsjon: lakttagelse + Sansbevissthet
- Kognisjon: Perspektivering + (Kritisk refleksjon)
- Emosjon: Følelse + Innlevelse + (Selvfølelse)

- Sosialisering: Aksept
- Handling: (ikke involvert)

#### 3. Hukommelsestesten

- Persepsjon: lakttagelse + Formidling
- Kognisjon: Tenkning + Perspektivering + (Kritisk refleksjon)
- Emosjon: Følelse + Innlevelse
- Sosialisering: Aksept + Samspill
- Handling: Vilje + Samarbeid + (Bevisst øving)

#### 4. Plakatverkstedet

- Persepsjon: Formidling + Sansbevissthet
- Kognisjon: Kritisk refleksjon
- Emosjon: Selvfølelse
- Sosialisering: (Tilhørighet)
- Handling: Vilje

Lagt sammen gir disse fire situasjonene altså omtrent samme bilde som undervisningsopplegget som helhet (jmfør Tabell II ovenfor). Hvis man sammenligner en og en av situasjonene, ser man en tendens til bevegelse mot høyre i matrisen hvert som undervisningsopplegget skrider frem.

Romdiagrammet med de fire situasjonene (Figur 8 i kapittel 8.1.3) viser ellers at undervisningsopplegget progresjonsmessig var lukket fra starten av og nesten helt til slutten av omvisningen, da hukommelsestesten og litt mer dialog åpnet opp læringsrommet noe. Enda friere og mer åpent ble læringsrommet i det avsluttende etterarbeidet, da elevene selv kunne velge formspråk (innenfor rammene av veggavis-sjangeren). Det opplevdes som helt nødvendig å åpne opp for flere frihetsgrader etter såpass lange strekk med streng regulering av elevenes deltakelse.

At det lukkede læringsrommet egner seg for kognitiv fordypning er ikke spesielt overraskende. Få frihetsgrader gjør det lettere å holde fokus. Det samme kan sies når det gjelder perseptuell fordypning – også her vil utblokkning av distraksjoner styrke sanseinntrykkene. Litt mer overraskende er det kanskje at det emosjonelle domenet kommer så tydelig til uttrykk i en lukket setting. Men kanskje er det slik den følelsesmessige reaksjonen blir større når sterk perseptuell deltakelse ikke følges opp av den handlende eller sosiale interaksjonens avreagering. Under Mind Gap-omvisningen var det lite rom for småprat og tøysing elevene mellom, og minimalt med praktiske aktiviteter. Det vedvarende bombardementet av sanseapparatet genererte derfor en stadig mer intens emosjonell deltakelse.

### 8.3.2 Oppnåelse av læringsmål

Det ble ikke gjennomført noen test av sluttkompetanse i etterarbeidet, så vurderingen av elevenes måloppnåelse baserer seg derfor på mine observasjoner fra undervisningen, elevenes plakater og deres egne utsagn i elevintervjuene, og lærernes vurderinger (slik de ble rapportert i lærerintervjuene).

Læringsmålene presenterte jeg i kapittel 6.2.1. I vurderingen konkluderer jeg med kategoriene *høy, middels* og *lav måloppnåelse*, eller *ikke vurderingsgrunnlag* – som et slags kumulativt snitt for alle elevene jeg har hatt gjennom undervisningsopplegget.

1. *Erfare og diskutere hvordan kunstneriske virkemidler kan påvirke opplevelse av rom.* Dette ble (i noe varierende grad mellom de ulike gruppene) tatt opp i samtalen omviseren

hadde med elevene og i etterarbeidets plenumsoppsummeringer. Middels måloppnåelse.

2. *Erfare og diskutere hvordan sanseinntrykk påvirker oss.* Dette var kanskje det temaet som oftest gikk igjen i elevenes etterarbeid, og det ble også brukt mye tid på det i omvisningen – hvor utstillingen fungerte som et meget relevant og effektivt kulisse. Høy måloppnåelse.
3. *Fortelle om arbeidet til noen kjente norske hjerneforskere, som Fritjof Nansen, Marianne Fyhn og ekteparet Moser.* I det reviderte undervisningsopplegget ble ikke navngitte forskerne viet like mye oppmerksomhet i det opprinnelige; det begrenset seg til disse fire. Men de ble (i motsetning til i det opprinnelige opplegget) ikke nevnt under forarbeidet, og det var heller ingen av elevene som snakket spesifikt om dem i etterarbeidet. Lav/middels måloppnåelse.
4. *Gi en grunnleggende gjengivelse av teori om hvordan vi bruker hjernen til å orientere oss i fremmede rom.* Dette knytter seg til forskningen til ekteparet Moser og Marianne Fyhn. Det virker i etterarbeidene som om mange hadde fått med seg at dette hadde med hippocampus å gjøre, og noen kobler det også til rotter og kart-metaforen. Middels måloppnåelse.
5. *Gjengi hvordan en sanseimpuls formidles til hjernen.* Dette var både tema i forarbeidet, og under omvisningen. Flere kommer i etterarbeidet inn på begrepet synapse, som de forbinder med utstillingens navn (Mind Gap) –

mellomrommet mellom nevronene. Ingen brukte begrepene akson og dendritt, men enkelte hadde fått med seg det er neurotransmittere (andre kalte det molekyler) som formidler en sanseimpuls fra nevron til nevron. Middels/lav måloppnåelse.

6. *Erfare og diskutere betydningen av hjernens speilnevroner.* Dette temaet ble tydelig og godt formidlet under omvisningen i speilrommet, og engasjerte mange. Det ble gode samtaler om dette – både i omvisningen og i etterarbeidet – og flere hadde med dette på plakatene sine. Høy måloppnåelse.
7. *Forklare og diskutere betydningen av at hjernen påvirkes – hele livet – gjennom den stimulering den får.* Dette kan omviseren inn på ved et par anledninger i løpet av omvisningen, men elevene ble i liten grad involvert i diskusjoner omkring saken. I etterarbeidet ble dette nevnt to ganger. Lav/middels måloppnåelse.
8. *Forklare og diskutere hvordan ulike hormoner og neurotransmittere påvirker kroppen når man er forelska.* Det var dette temaet som dannet rammen for forarbeidet. Omviseren tok det opp igjen ved alle omvisningene (på litt forskjellige måter), og de fleste var på en eller annen måte innom det under etterarbeidet. Mange av elevene hadde problemer med å skille hormoner og neurotransmittere. Dette er komplisert stoff, men burde nok vært tydeliggjort enda klarere. Middels måloppnåelse.
9. *Gi en grunnleggende forklaring av hvordan hukommelsen fungerer, og noen konsekvenser*

*dette har for læring.* Omviseren snakket i flere ulike omganger om koblingen mellom korttidshukommelse og langtidshukommelse, og hippocampus' funksjon i innkoding av minner. Viktigheten av repetisjon (og nyinnkoding) for læring ble poengtert flere ganger. Middels/høy måloppnåelse.

10. *Reflektere over mysteriet knyttet til hva slags funksjon drømmene kan ha for hjernens bearbeiding av inntrykk.* Dette ble svært effektivt introdusert som tema i omvisningens siste rom – Mørkerommet. Det gjorde tydelig inntrykk på elevene, og mange brakte det opp både i etterarbeidet og i elevintervjuet. Høy måloppnåelse.

Som det fremgår har syv av de ti læringsmålene fått middels eller høy måloppnåelse. Høyest måloppnåelse kommer på læringsmål der undervisningsopplegget klastest forbinder innhold og fysiske omgivelser.

Jeg ser at det iscenesatte læringsrommet er velegnet når tema for undervisningen er så vidt eksistensielt og på mange måter uhandgripelig som i denne casen. Det er vanskelig å involvere elevene fordypende deltakelse i spørsmål om hva hjernen og bevissthet er for noe i et klasserom eller et laboratorium. Undervisningsopplegget kunne nok vært supplert med noe flere praktiske laboratoriumselementer for å styrke den handlende deltakelsen, men alt i alt vil jeg konkludere med at undervisningsopplegget fungerte godt, og at samsvaret mellom læringsrom og innhold var bra.

### 8.3.3 Læring i teateret

På samme måte som læringsrommet omfatter mer enn det fysiske klasserommet, kan det opplevde scenerommet i et teater eller et scenografisk bearbejdet utstillingsrom overskride det Serge von Arx ovenfor kalte «dimensjonenes begrensninger». Jeg opplevde at von Arx og Robert Wilson, sammen med museets folk, lyktes i å lage en Alice i Eventyrland-aktig opplevelse av utstillingslokalet. Elevene og jeg har under omviserens myndige ledelse tumlet fra kaninhull til kaninhull, gjennom verdener som er svært forskjellige, og som utfordrer, stimulerer og forbløffer.

Utstillingsutviklerne hadde satt sammen de ulike rommene med blick for det Serge kalte «løypas dramaturgi». Henrik Treimo skriver:

Everything is arranged and staged to be open ended, with the visitor in mind as the actor moving around to experience, wonder and create meaning. This movement, with your body, through this artificial universe is what makes the visitor an actor. (Treimo, 2013, s. 266)

Helt så åpent utforskende som Treimo og de andre hadde sett for seg, ble som nevnt ikke omvisningen med skoleelever. For at alle skulle få læringsutbytte av museumsbesøket, endte vi opp med å lage ganske stramme støttestrukturer der vi stort sett holdt elevene samlet, med fokus på ett felles narrativ. Omviseren la som vi har sett heller ikke skjul på at hun syntes det var krevende å ha skoleklasser i denne utstillingen, fordi det var trangt og fordi det var så fullt av distraherende elementer. Men hun gav også uttrykk for at det revider-te undervisningsopplegget, hvor jeg hadde forsøkt å

enda tydeligere tilpasse omvisningen til hvert enkelt rom, fungerte bedre enn det opprinnelige. Min ambisjon var at omvisningen i stedet for å «kjempe mot rommet» (slik omviseren først uttrykket det), skulle spille *med* det.

Å gå inn i Mind Gap-labyrinten er som å gå inn i en egen verden – et sted du aldri har vært før. I elevintervjuene spurte jeg om elevene trodde at undervisningsopplegget kunne blitt gjennomført på skolen, i klasserommet, dersom omviseren hadde kommet dit og hatt med seg hjer-ner på glass og filmer på PCn. Et par av elevene mente dette kunne svært seg med tanke på all tiden som gikk med når klassen skulle reise til museet, ettersom det var omviserens kunnskaper om gjenstandene og fag-feltet som var det viktigste. Men de fleste foretrakk museumsbesøket «IRL» - *in real life*. Dina, Charlotte og Camilla sa det slik:

Dina: Det blir sånn... den første følelsen du får når du går inn i det rommet – jeg tror ikke du får den av å se på et bilde... (Elevintervju I, Skole D)

Charlotte: Det er ikke det samme å sitte og se på bilder som å kunne gå... og se på det liksom... det er som å komme inn i... komme inn i et rom og se seg om, liksom – det er ikke det samme som å se et bilde av det.

Camilla: Hvis du er der, så blir du jo litt mer... at du bruker de forskjellige sansecellene [fnis] – ikke bare øynene liksom [...]... og så lukter du hva du lukter der, og så hører du hva du hører der [...] i stedet for at du bare ser med øynene.

(Elevintervju, Skole C)

Dagny og Didrik ved Skole D hadde tilsvarende kommentarer:

Dagny: Men sånn som den hjernen – å sett den på... hadde hun tatt med bilde av den, så er jo ikke det det same som den ekte, liksom. Og du skjønner... du skjønner mer hva som menes med den svulsten på hjernen, for eksempel, jeg skjønte litt mer omfanget av det når jeg ser det sånn.

Didrik: Akkurat det med hjernen kunne man jo bare tatt med, for den sto jo stille. Men det å gå inn i rommene og høre alle lydene og se på seg selv i speilene og se på de andre – det ville du ikke opplevd å ha sett på et bilde. Så det er det som liksom sitter igjen som et inntrykk. Det er derfor jeg husker dette fortsatt.

(Elevintervju I, Skole D)

Da jeg snakket med elevene om deres erfaringer ellers med bruk av læringsarenaer utenfor skolens vegger, gav de fleste uttrykk for at det var for lite av det. Flere gav dessuten uttrykk for at turer utenfor skolen først og fremst blir det – *tur* – og ikke læring. Dag forteller:

Dag: Vi er lite utenfor laben og... utenfor laben og klasserommet, da... det er vi ikke så mye... I fjor var vi én gang utenfor, fra skolen da, og da gikk vi i skogen... (Elevintervju I, Skole D)

Lærerne var også enige i at ekskursjoner er verdifulle som supplement til den mer ordinære undervisningen i klasserommet.

Lærer C: Generelt sett er det mer effektivt å ha undervisning utenfor klasserommet og skolen. [...] For uansett hva du gjør og hvor aktive folk er – så er et klasserom et sånt kunstig... miljø. (Lærerintervju, Skole C)

Lærer E: Jeg tror det er en god verdi i det [å søke undervisningsrom utenfor klasserommet], fordi du

får jo... altså, det å få læring inn på en annen måte, det å gå ut og se om det er... Men da tenker jeg på undervisningsrom også som skogen, for eksempel. Alt er jo undervisningsrom – også Kolsåstoppen! (Lærerintervju, Skole E)

Denne ekskursjonen mente de fleste av elevene hadde gitt rikt læringsutbytte, selv det også var noen som påpekte at det, reisen tatt i betraktning, gikk med vel mye tid. Deltakelsesanalysen (se den oppsummerende Tabell II ovenfor) antyder at elevene var aktive – i alle fall kognitivt, men i stor grad også perseptivt og emosjonelt – gjennom store deler av undervisningsopplegget. I enkelte situasjoner, når dialogen fløt så godt at elevene begynte å fortelle sine egne historier, ble også grensen mellom historieforteller og publikum delvis visket ut.

Mind Gap-utstillingen utfordrer først og fremst det perseptive deltakelsesdomenet – så sterkt at også det emosjonelle domenet vekkes. Omviseren knytter så den perseptive og emosjonelle oppmerksomhetsbevegelsen an til fortellinger og nevrovitenskaplig fagstoff som i sterk grad også involverer elevenes kognitive deltakelse.

Lærerne mente at elevene hadde lært mye, og de var svært godt fornøyde med opplegget:

Lærer D1: Det har vært veldig spennende, [og] elevene har vært veldig engasjerte. (Lærerintervju, Skole D)

Lærer C: Det var et flott opplegg... Annerledes! (Lærerintervju, Skole C)

Lærer A: Jeg synes det er helt topp at de får sånne opplevelser som dette, med de sterke virkemidlene.



For di det... det klarer ikke vi å gi dem nok av. (Lærer-intervju, Skole A)

Lærerne syntes det var fint at undervisningsopplegget og omvisningen i utstillingen var såpass læreplanrelevant, men jeg fikk et klart inntrykk av at det var viktigere at det var *tematisk relevant*, enn at innholdet i læreplanmålene ble direkte adressert. Her tror jeg kanskje mange museer og vitensentre feilvurderer sin egen oppgave; de skal først og fremst fungere som et element i undervisningsopplegget som utfyller og perspektiverer læreplanmålene. Omviseren fortalte:

Omviser: Jeg ser jo helt klart at vi som læringsarena må gjøre oss relevante for at lærerne booker omvisning her.

Snorre: Mmm

Omviser: Men jeg synes jo at museumsbesøket det skal være noe mer, og kanskje... spesielt denne utstillingen har gjort det så tydelig da, at det er så ekstremt sterkt fokus på læringsmål, og så glemmer man alle de andre fine tingene man kan lære da – som ikke står spesifikt i noen plan...

(Intervju, 9/10 2012)

Stine Kühle-Hansen var litt skeptisk til hvordan jeg i forarbeidet fremla forelskelse som en ren biokjemisk prosess i hjernen.

Stine Kühle-Hansen: Forelskelsen startes ved sansestimuli. Og da har du samspillet. Så hva som er høna og egget der, det... men det starter ikke i hjernen. Forelskelse starter fordi du er et sosialt individ. Det synes jeg man skal understreke, for da får du fokus på handlinger og sanser. Elevene kan godt høre at de selv er "instrumenter som kan stemmes sosialt". Er ikke hele poenget at vi skal bli lydhøre individer? Og

nettopp når du er forelsket blir du veldig lydhør den andre personen og speiler den i kroppsspråket og det påvirker kjemien i hele kroppen. Våre speilnevroner i hjernen er jo utgangspunktet for at vi skal bli empatiske. Speilnevroner er ikke bare til for at vi skal herme og lære oss nye ting. (Intervju, 26/10 2012, med tilføyelser ved sitatsjekk 8/8 2014)

Stine mente jeg tydeligere burde løftet frem det mellommenneskelige og relasjonelle – formidlet via sanser og adferd – som forelskelsens kjerne og utgangspunkt.

I omvisningsguiden som jeg skrev var det denne formen for eksistensiell refleksjon omkring utstillingen og gjenstandene jeg ønsket å stimulere. Omviseren forsøkte å formulere seg med empati og varsomhet overfor det skjøre første møte mellom unge mennesker og disse skallene av stivnet bevissthet.

Mind Gap-elevne fikk som jeg har vært inne på i svært liten grad lov til å arbeide eller interagere med gjenstandene i utstillingen. Undervisningsopplegget til Mind Gap kan på mange måter sies å være bygget på at elevene skulle *bli berørt* snarere å *få berøre*. Etterarbeidet med plakatproduksjon hadde riktig nok et praktisk tilsnitt, men håndarbeidet var her primært innrettet som et refleksjonsverktøy. Opplevde de så å bli berørt av *virkeligheten* når det hele var såpass fiksjonsorientert og abstrakt anlagt? Jeg vet ikke, for jeg spurte dem aldri direkte om det. Men jeg er ganske sikker på at de aller fleste av dem ble berørt, og undervisningsoppleggets rammehistorier med tema som forelskelse og drømmer fikk det hele til grunnleggende sett å handle om *dem*. Og for en tenåring er det vel få spørsmål som er mer virkelig relevante enn spørsmålet *Hvem er jeg?*

## 9. Analyser av Vindmølleuka

Idet elevene trår over dørterskelen til Energilaboratoriets verksted, skjønner de ganske sikkert at dette er en arbeidsplass vel så mye som et undervisningslokale. Det første jeg sier etter at vi har presentert oss, er «Nå er dere inne på et verksted» (lydopptak Dag 1, Vindmølleuka). Jeg forteller at sivilingeniørstudentene kan bruke verkstedet til egne teknologiprosjekter innen alt fra fornybar energi til økologiske avløpssystemer. Bak glassvegger i den ene enden av rommet holder noen studenter på med å bygge en prototyp til en elektrisk motorsykel<sup>27</sup>. Rommet ved siden av huser energilaboratoriet, hvor elevene får omvisning litt senere på dagen av masterstudent Marie Loe Halvorsen. Da tar de også en tur opp på taket for å studere solfanger- og solcelleanleggene, og de tester rapsoljekraftverket på gårdsplassen foran verkstedhallen. Bortsett fra whiteboardtavla som er hengt opp på den ene kortveggen, er det lite som minner om den skolen elevene kjenner. De er ute på et besøk i den virkelige verden.

Jeg vil i dette kapittelet analysere elevenes deltakelse i Vindmølleuka, og hvordan læringsrommet ble brukt og utviklet gjennom uka. Som verktøy i dette analysearbeidet vil jeg bruke Deltakelsesmatrisen og Læringsromdiagrammet, som jeg presenterte i kapittel 5.3.

---

<sup>27</sup> Fem NMBU-studenter samarbeidet med sine masteroppgaver om prosjektet Roskva Electric MC våren 2012. Les mer på <http://www.autofil.no/898843/norske-studenter-lager-banebrytende-el-motorsykel>

### 9.1 Rombruken i Vindmølleuka

#### 9.1.1 Romdiagrammets vertikale akse: Et virkelig verksted?

Elevene entret energilaboratoriets verksted gjennom en ståldør. Døra er plassert midt på en teglsteinsvegg som er dominert av åtte grå industriporter, hvorigjennom store maskiner og tunge forsøksrigger kan flyttes med laboratoriets truck. Elevene kom hit til fots, i samlet flokk, sammen med to lærere. Det var mandag morgen, og de visste de skulle tilbringe en hel uke på dette fremmede og smått intimiderende stedet.

Vel innenfor møtte de et rom preget av visuell tyngde; et grovt betonggulv, massive limtredragere fra gulv til tak, og på arbeidsbenker med 15 cm tykke benkeplater sto søylebormaskiner, slipemaskiner, skrustikker og annet solid verktøy oppstilt i geledd. Samtidig, nærmest som en kontrast til dette, er rommet lyst og luftig, med 6-7 meter høy himling og mye tumleplass. En karakteristisk duft av metall, varmt støv, maskinolje og sagflis gir fylde til elevenes første sanselige opplevelse av rommet.

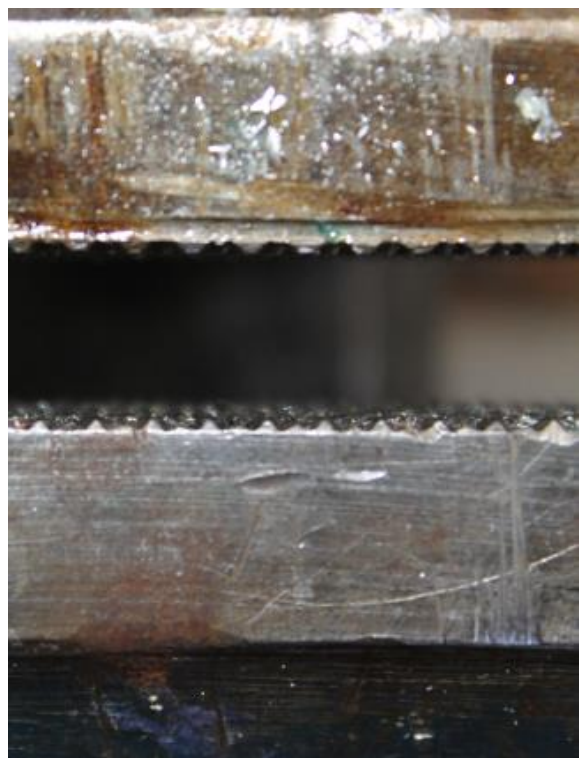
Elevene ble altså ut fra en gruppeinndeling som lærerne hadde satt opp, ledet til seks gruppebord som var utplassert i den ene delen av verkstedetlokalet. Det skrappet i stolbein mot stein. Ungdommene satte seg, falt raskt til ro, og rettet nysgjerrige blikket mot meg der jeg sto foran tavla ved den ene tverrveggen.

Jeg var opptatt av at verkstedet skulle oppfattes som en autentisk arbeidsplass; som en smakebit av den virkelige verden femtenåringene en gang selv skal møte i arbeidslivet. Jeg ville ikke fått dét til i skolens sløydsal. Ikke desto mindre hadde jeg – og dette er kanskje et paradoks – brukt ganske mange timer på å rydde og gjøre rent i verkstedet, for at rommet skulle se ordentlig og innbydende ut. Dette flerbruksverkstedet bærer nemlig preg av at sivilingeniørstudentene kan benytte det kanskje fritt til egne prosjekter når rommet ikke er booket til undervisning. Da jeg startet opprydningen noen dager før, rådet et kaos som nok er uttrykk for autentisk produktiv kreativitet, men som overfor den nyankomne lett kan formidle et inntrykk av amatørmessig slendrian. Jeg ønsket at rommet skulle inngyte respekt og representere profesjonalitet, yrkes stolthet og vitenskapelig presisjon. Jeg la også vekt på å prøve å holde det ryddig og oversiktlig på demonstrasjonsbordet jeg brukte mens jeg holdt innledninger, og jeg var nøye med å være sirlig systematisk når jeg la frem materialer og verktøy som elevene skulle bruke til gruppeutfordringene sine.

Således blir det feil å hevde at dette rommet er autentisk i betydningen *ubesudlet*. Jeg har valgt ut dette rommet, men jeg vil også forme og prege det (iscenesette, om du vil) – både gjennom praktiske ominnredninger, ved måten jeg bruker rommet, og i kraft av den rammefortellingen jeg setter rommet inn i.

Etter hvert som uka skred frem, ble elevene stadig bedre kjent rommet og dets fasiliteter. Maries omvisning på mandagen ga dem en oversikt over omgivelsene som nok bidro til å skape trygghet og ro i arbeidet –

samtidig som det tydelig markerte rommet som en autentisk arena for energiteknologisk forskning og utvikling. Det var morsomt å se hvordan elevene fra tirsdagen av håndterte verktøy og beveget seg rundt i rommet med hverdagslig selvsikkerhet. De brukte hele rommet, og var flinke til å ikke gå i veien for hverandre. De overholdt verkstedsreglene uten antydninger til protest; de utviste aktsomhet i arbeidet, og vi hadde praktisk talt ikke svinn på materialene.



*Autentisk skrustikke fra verkstedet i Energilaboratoriet (foto: Snorre Nordal).*

Hver gruppe hadde altså sitt arbeidsbord – to vanlige eksamensbord satt sammen til ett kvadratisk bord og omkranset av fire stoler – og de satt samlet rundt disse når jeg ledet teorigjennomgang eller de skulle drive med diskusjons- og skrivearbeid. Her var også gruppenes PCer, kamera og teoriperm stasjonert. Men det var interessant å se hvor raskt elevene søkte vekk fra bordene når de fikk anledning til det; de aller fleste foret-

rakk helt klart å være ute i verkstedet, i aktivt stående positur ved arbeidsbenker og maskinutstyr. Jeg fikk en klar fornemmelse av at deres forventinger til uka handlet om praktisk jobbing og annendagspedagogikk (jmfør kapittel 1), og at klasseromsliknende møblering da fremsto som lite attraktivt. Kanskje ble det også opplevd som distraherende og illusjonsbrytende, som en upassende markering av at de ikke var «årntlige» verkstedsarbeidere?

### 9.1.2 Romdiagrammets horisontale akse: Struktur og spillerom i Vindmølleuka

Forarbeid og etterarbeid er de to mest grunnleggende støttestrukturene for ekskursjonsbaserte læringsaktiviteter (Braund & Reiss, 2006; Remmen, 2014). Vi forbereder elevene før vi reiser ut, for å motivere dem, gi dem et bestemt fokus eller sette dem i stand til å forstå bestemte faglige utfordringer de vil møte. Tilbake igjen i klasserommet bearbeides opplevelsen og læringsutbyttet, og det settes i sammenheng med pensum og den øvrige undervisningen. Videre kan (bør!) tråder fra ekskursjonen næstes opp i senere undervisningsopplegg. I lærerintervjuet kommenterte jeg nettopp dette:

Snorre: Det hadde vært veldig spennende å prøve å jobbe med hvordan man kunne... dra det videre ut igjen, i etterarbeid, inn i forskjellige fag... jobbe med å se på oppgaver og kontekster som kunne flettes inn i dette og videreutvikle det videre sånn at det kunne bli ikke bare en engangshappening, men en sånn... en del av årsløpet da, på en veldig tydelig måte... Og kanskje ikke bare for de som er med på det heller, men for de andre elevene i klassene deres også. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Men for Vindmølleuka hadde jeg ikke laget noe opplegg for for- og etterarbeid. Elevene hadde fått en hel uke fri for å holde på med Vindmøller i verkstedet, og måtte tilbake til ukeplaner og pensum som resten av klassekameratene hadde holdt på med mens de var borte (de 24 elevene kom altså fra fire ulike klasser). Hvis vi skulle lagt inn mer klasseromstid i prosjektet, måtte det kanskje gjøres slik Lærer 2 foreslo – at vi hadde den første og den siste dagen av uke på skolen, og altså bare var tre dager i verkstedet. Samtidig er det klart at det ville være mulig å innarbeide et opplegg som dette i skolens årshjul på en måte som bygger opp til og trekker veksel på uka gjennom hele året, på tvers av fag. Men det krever planlegging og lærersamarbeid på et nivå vi hadde begrenset mulighet til å operere denne gangen – selv om jeg henviste til læreplanens mål i undervisningsopplegget og hadde god kontakt med de to lærerne som deltok i prosjektet. De gav for øvrig eksplisitt uttrykk for at det hadde vært verdifullt også for dem å være med på uka, og at de kom til å bruke den som et referansepunkt i den videre undervisningen:

Lærer 1: Det var liksom... gøy for meg som lærer å gå rundt og se hva de gjorde sånn at jeg kunne bruke det videre, ikke sant... Du blir mer kjent med dem, rett og slett. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Lærerne fortalte også at de hadde fått brukt vindmøllelevnene som ressurselever i naturfags- og matematikktimene sine.

Stort sett var det et høyt aktivitetsnivå i gruppene når det arbeidet med gruppeutfordringene. Problemet var kanskje at teoriinnledningene mine kunne bli litt lange, og at jeg kunne strukket meg mer etter å involvere

elevene i diskusjoner omkring og fremføringen av det lærestoffet jeg presenterte. Men det ville jo i sin tur bety at det ble mindre tid igjen til gruppeutfordringene og det praktiske arbeidet. Så konklusjonen får bli at vi burde tatt noe av teorigjennomgangen og forberedelser til gruppeoppgavene som forarbeid på skolen, og bare tatt det mest kontekstrelevante lærestoffet i verkstedet. Lærer 1 understreket at et bedre forarbeid ville styrket elevenes utbytte fra uka:

Lærer 1: Jeg tenker at vi burde satt i gang mye før, sammen, og så burde vi hatt bedre forarbeid på skolen... Og en del av det der – som jeg synes var en kjempegod idé, det der med å finne et sted og... hvor mye energi trenger du og... – altså det tror jeg de trengte mer tid på. Det kunne vi jobbet mer med på skolen. Og da kunne alle vært med på det – som de som ikke skulle på vindmølleprosjektet – for jeg synes det var utrolig mange gode idéer der som egentlig var arbeid til to og tre uker... Som jeg fikk lyst til å tenke «okey, dette burde vi egentlig ta vare på», «dette burde vi spinne videre på» og... utvikle, så vi virkelig få utnyttet potensialet i det – også den miljøbiten og den der verdi-biten, da. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Hun fortalte at de hadde hatt noe forarbeid, knyttet til noen konkrete geometriske og algebraiske matematikktema som jeg meldt inn på forhånd, men at «det ble for kjapt og overfladisk» (ibid). Læreren påpekte videre at småeksperimentene i elektromagnetisme som vi gjorde i teorigjennomgangen onsdag, også med fordel kunne vært lagt til et forarbeid på skolen. Jeg tror dette ville vært klokt. Dessuten skulle jeg ønske at elevene hadde fått jobbet mer grundig med å regne på og vurdere sitt

eget forbruk, og også dette kunne vært et tema i forarbeidet.

Mange forskere har påpekt betydningen av skriftliggjøring som et forsterkende virkemiddel i læringsarbeidet (Hand, Wallace, & Yang, 2004; Norris & Phillips, 2003; Prain & Hand, 1996; Wallace, 2004). Jeg opplevde at dette var én av svakhetene ved Vindmølleuka; vi manglet støttestrukturer som sørget for at elevene hver for seg fikk grundig dokumentert og formulert den læringen som skjedde underveis. Selv om noen av presentasjonene på slutten av uka var veldig bra, tror jeg det lå et uutnyttet læringspotensial nettopp i støttestrukturene jeg hadde laget rundt skriftliggjøring. Elevene bør faktisk «tvinges til» å skrive!» I lærerintervjuet knyttet jeg dette til problemet med oppfølgingen av journalistelevene:

Snorre: Det som jeg... så da, var at jeg hadde ikke vært flink nok til å styre... styre de journalistene... det gjaldt vel egentlig ikke bare dem heller, men at... gjennom hele uka å klare å... sørge for at de fikk med seg det vi gikk gjennom, altså... ikke... Ikke bare mentalt, men også liksom... skrive det ned, ha det inn i bøkene sine – at de hadde det med seg inn tilbake til dere etterpå... Det... der ser jeg at det var ganske stort forbedringspotensial... (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Her kan jeg legge til at sannsynligvis burde *alle* elevene blitt satt til å bearbeide læringserfaringene skriftlig – ikke bare journalistene. Men igjen – da måtte jeg ha satt av tid til dette.

Jeg merket for øvrig ettersom dagene gikk at det å holde på med ett prosjekt en hel uke er lenge, ikke minst

for elever som er vant til en skolehverdag med omskiftelig timeplan. I lærerintervjuet bemerket jeg dette:

Snorre: Jeg merket på slutten av uka at de var... ja, jeg var jo sliten selv, men... jeg syntes jeg merket det på elevene også, at det var melkesyre som begynte å [virke]... (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Ikke desto mindre mener jeg at (både jeg og) elevene har godt av å presses litt til denne formen for utholdende selvdisciplin. Hvis vi skal utdanne ungdommen til å bli ambassadører og agenter for en mer bærekraftig utvikling, er det helt nødvendig å fokusere også på utvikling av stamina og melkesyrekapasitet. Det er, som kjent, i motbakkene det går oppover.

### 9.1.3 Analyse av rombruken i Vindmølleuka

Verkstedsrommet innbyr til mange ulike former for deltakelse, og som jeg har beskrevet ovenfor var det i løpet av uka stor variasjon i hvordan rommet ble brukt. I noen situasjoner fremsto rommet som en åpen arena for autentisk læring – på samme måte som et feltarbeid i biologi eller geologi – hvor elevene fikk anledning til å utfolde seg ganske fritt. I andre situasjoner ble lærings-situasjonen ganske klasseromsnær, med lærerstyrt teori gjennomgang og strengt tavlefokus.

Jeg vil i det følgende beskrive fire ulike situasjoner fra Vindmølleuka som representerer ytterpunkter i hvordan verkstedet ble brukt som læringsrom. Jeg vil så sette situasjonene inn i diagrammet for romanalyse som jeg presenterte i kapittel 5.3, for at disse samlet skal gi et bilde av variasjonen gjennom uka (se Figur 7).

Situasjon 1: *ROLLEUTØVELSE*, mandag formiddag. Elevene har vært på omvisning i Energilaboratoriet, de har test-

kjært rapsoljekraftverket ute på gårdsplassen, og tilbake ved arbeidsplassen har de fått utdelt gruppeutfordring 3: Å definere sitt fremtidige energiforbruk. Tidligere på dagen har de sette hvordan William i Malawi fikk strøm til et par lyspærer og en radio gjennom vindmølla si, de har fått presentert Lester Browns samfunnsøkonomiske analyser, og David MacKays regnestykker for hvor mye energi en bærekraftig engelskmann kan «forbruke»<sup>28</sup> hver dag i 2050. Det er miljøvernministeren som er gruppesjef, og elevene sitter samlet rundt arbeidsbordene. Oppgaven er klart definert, men elevene har en hel time til rådighet. Jeg og veilederne holder oss i utgangspunktet diskret i bakgrunnen. Diskusjonene er livlige og engasjerte. Elevene sitter altså stille på plassene sine og har fått instruksjoner om hva de skal gjøre, men gruppa (ved gruppesjefen) styrer arbeidsprosessen selv. På aksen åpen-lukket vil jeg si at situasjonen er nøytral. Rollespillet med de fire yrkestitlene og selvbergingsscenarioet innebærer så absolutt en iscenesettelse. Men fordi rollene og gruppeutfordringene tematisk er sterkt knyttet til verkstedet og vindmøllebyggingen, får iscenesettelsen et preg av autentisk troverdighet som gjør den mindre scenisk enn illusjonene på de skrå bredder.

Situasjon 2: *BYGGEBONANZA*, onsdag ettermiddag. Morgenøkta har gått med til teori gjennomgang og labøvelser knyttet til elektrisitetslære og elektromagnetisme, for at elevene skal kunne forstå og forklare hvordan en elektromotor kan brukes som generator på vindmølla

---

<sup>28</sup> Å *forbruke* står i hermetegn fordi energi i henhold til termodynamikkens første hovedsetning aldri kan brukes opp – den bare forandres til en form med lavere eksergi (i mindre grad i stand til å utføre arbeid).

vår, og hvordan vi kan måle og beregne effekt. Når det blir pause (etter halvannen time), løper elevene bort til materialdepotene og turbinene sine, for å gi seg i kast med konstruksjonsoppgavene som de var kommet så godt i gang med dagen før. Elektroingeniøren, som i dag er gruppesjef, får utdelt elektromotoren og tilkoblingsmateriell, og elevene jobber i ett strekk resten av dagen. Mange av dem tar seg ikke en gang tid til å spise lunsj. Dette er den mest åpne læringssituasjonen i løpet av uka; elevene styrer arbeidet selv, med stor entusiasme og god gruppedynamikk. De hjelper hverandre, og finner stort sett løsninger uten å involvere meg eller veilederne. Samtidig er dette ukas mest autentiske verkstedssituasjon; elevene fører seg som virkelige arbeidere i et utviklingslaboratorium for vindturbiner. Med dette vil jeg plassere situasjonen i den åpne/autentiske enden av feltarbeid-arketyper i analyseskjemaet mitt.



*Elektroingeniøren i arbeid (foto fra elevpresentasjon).*

Situasjon 3: *FORELESNINGER*, torsdag morgen. Torsdagen var siste dag i verkstedet, og tema for dagen var optimalisering av vindturbiner. Elevene hadde gjennom uka blitt advart om at torsdagen kom til å bli tøff – da skulle vi jobbe med den kompliserte fysikken som forklarer hvordan horisontal vind på mest mulig effektivt

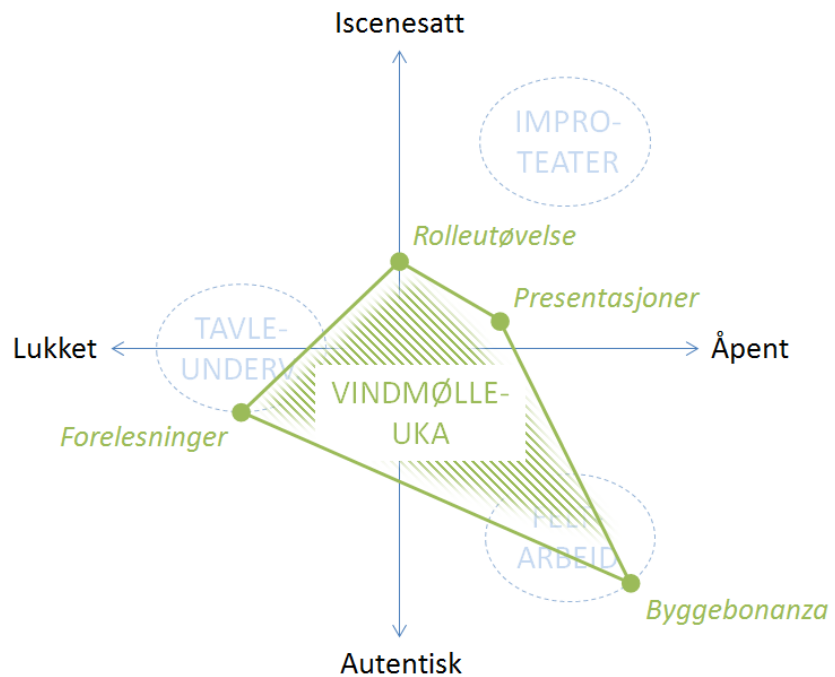
vis kan gjøres om til rotasjonsenergi på en generatoraksling. Etter den euforiske byggeaktiviteten dagen før (og også tirsdagen), var det ikke fritt for at det opplevdes som litt ubarmhjertig og nærmest taktløst å tvinge niendeklassingene til å sitte på stolene sine for å delta i teoretiske utlegninger av universitetspensum. Samtidig var det, som det fremgår av kapittel 5.1.2, noen av elevene som hadde gledet seg til dette, og som syntes det var veldig stas å bli utfordret kognitivt. Denne forelesningen, som varte en knapp time, var svært tradisjonell i formen. Jeg brukte PowerPoint og tavle, og gav elevene regneoppgaver knyttet til likningene jeg gjennomgikk. De skulle blant annet regne ut hvor mye energi det er i lufta som i løpet av ett sekund passerer en vindmølle på størrelse med vår dersom det blåser frisk bris (413 J) eller lett bris (90 J), hvor mye av denne effekten som en vindturbin teoretisk kan hente ut (henholdsvis 243 W og 53 W), og hvor mange kilowattimer turbinen ville kunne produsere i løpet av ett døgn med kontinuerlig lett bris (1,3 kWh). Forelesningen og regneoppgavene hadde absolutt format av et lukket læringsrom. Men matematikken hadde tydelig relevans til de vindmøllene elevene var i ferd med å bygge i verkstedet, og dette gav selv disse tungt teoretiske øvelsene et preg av autentisitet. Jeg plasserer derfor situasjonen ytterst i den autentiske enden av referansen Tavleundervisning i analyseskjemaet.

Situasjon 4: *PRESENTASJONER*, fredag. Gruppepresentasjonene utgjorde Vindmølleukas slutt punkt. De foregikk på forskjellige steder utenfor verkstedet, men er ikke desto mindre en viktig del av det læringsrommet som Vindmølleuka utgjør. Jeg har i det foregående skrevet

mye om hva som kunne vært forbedret og gjort annerledes i strukturene rundt disse presentasjonene, selv om flere av dem ble veldig bra. I de beste foredragene fremsto elevene i rollene sine, som miljøvernministre, industridesignere og så videre, men dette kunne nok vært aksentuert enda tydeligere. Vitenskapsjournalisten var gitt en syvpunkts liste over momenter som skulle inkluderes i presentasjonen, men

utover dette hadde gruppene ganske frie tøyler til å gjøre det de måtte ønske ut av presentasjonen. Likevel var formatet de valgte ganske ensartet – med hovedfokus på byggeaktivitetene i verkstedet. Jeg har plassert presentasjonene som åpne og svakt iscenesatt i læringsromdiagrammet.

I de fire situasjonene jeg har beskrevet varierer altså læringsrommet mellom det delvis iscenesatte, det åpne autentiske og det lukkede delvis autentiske. En scenisk kontrast i Vindmølleuka var å finne i vekslingen mellom det vi kan kalle undervisningens *klasseromsmodus* og undervisningens *verkstedsmodus*. I klasseromsmodus driver vi med aktiviteter som ligner på det som til vanlig skjer i klasserommet – jeg holder innledninger, og de diskuterer eller tar notater ved gruppebordene. Når vi arbeider i verkstedsmodus, er det det praktiske konstruksjonsarbeidet som står i fokus. Som jeg var inne på ovenfor var det tydelig at elevene foretrakk



Figur 7. Analyse av rombruken i Vindmølleuka.

mest mulig praktiske aktiviteter. Men samtidig tror jeg de fleste ville gått lei dersom de gjennom en hel uke utelukkende skulle jobbe med å sage og skru. Når vi varierer frem og tilbake mellom teorigjennomgang og vindmøllebygging vil de to perspektivene og motivere hverandre, og igjen styrke elevenes deltakelse i undervisningen. Dessuten er det jo ikke til å komme ifra at elevene deltok på Vindmølleuka i skoletida, og ikke som sommerjobb på en vindmøllefabrikk. Akkorden knyttet seg til læringsmål, ikke produksjonsmål.

Spenning – både når det gjelder underholdning, kunst og for så vidt også elektrisitetlæren – handler om å bygge opp potensialer. I teaterets og litteraturens dramatik vil det ofte være snakk om en forventning som bygges opp ved at noe holdes igjen; et sug etter å få se hva det er vi ikke får se, det vi venter på. Men potensialet kan også relatere seg til en karakter eller et bilde som trer tydeligere og tydeligere frem.





Bilde fra en av gruppens presentasjon på skolen (foto: Kirsti Marie Jegstad).

I Vindmølleuka lå potensialet først og fremst i forventningene om å få en vindmølle, bygget med rørdeler, plankebiter og en enkel elmotor, til å bli så effektiv som mulig (og helst mer effektiv enn nabogruppas vindmølle). Ved å gå flere runder med teori innen aerodynamikk og elektromagnetisme, optimaliseringsalgoritmer, virkningsgradsberegninger og testkjøringer, ble denne strikken strukket. Slik kan det utløsende klimakset bli ekstra sterkt, men tilsvarende vokser faren for å ende opp i et antiklimaks – dersom strikken strekkes for langt, og brister. Etter som tiden går og teoriutlegningene vokser seg stadig mer kompliserte, vil utålmodigheten stige – proporsjonalt med økende forventninger til det praktiske arbeidet som skal følge.

Som jeg påpekte i lærerintervjuet, opplever jeg at det er en verdi i seg selv at viktige deler av teorien gjennomgås *in situ* – i verkstedets autentiske omgivelser:

Lærer I: Jeg tror kanskje at det der verkstedet... at kanskje det skulle vært en sånn verkstedsøkt på tre dager [...], og så skulle man gjort noe mer på skolen før og etter?

Snorre: Men det... det man mister da er den der opplevelsen av å være på et verksted, og lære... ting...

Lærer I: Ja...

(Vindmølleuka, Lærerintervjuet)

Jeg vet ikke hvor godt belegg jeg har for å hevde at dette styrker læringen for elever flest, men jeg er i hvert fall ganske sikker på at det er en fordel for de elevene som sliter med motivasjonen fordi de opplever at skolen er virkelighetsfjern og irrelevant. Utfordringen er da å bearbeide elevenes forventninger til verkstedet – at det ikke bare er et «gjøre-rom», men også et «lære-rom». Jeg tror faktisk dét er et viktig poeng uansett – i tråd med Deweys påpekning av at vi ikke lærer fra erfaringen i seg selv, men gjennom å reflektere over erfaringen (1938/1998).

## 9.2 Deltakelsen i Vindmølleuka

### 9.2.1 Perseptuell deltakelse: Duften av virkelighet

I Vindmølleuka hadde jeg lagt opp til at elevene skulle få delta taktilt-kinestetisk i større grad enn hva de var vant til fra den ordinære naturfagundervisningen. Det kinestetiske vil jeg si mer om nedenfor, under handlen- de deltakelse. Den taktile opplevelsen av å håndtere og mestre både tunge og lette verktøy var nok uvant for mange av elevene. Likeledes det å bruke og bearbeide ulike materialer med forskjellig tekstur og tyngde og ulike egenskaper; tre, stål og PVC kjennes ikke likt mellom fingrene og materialets beskaffenhet bestemmer hvilke funksjoner det kan fylle. Men hvor bevisst var elevene disse sanseerfaringene?

I mitt refleksjonsnotat etter Vindmølleuka luftet jeg disse spørsmålene:

Snorre: Jeg kunne kjenne at jeg ble yr og nærmest andektig i møte med all denne industrielle håndfastheten. Men det kommer kanskje av en form for san-

selig sentimentalitet som man må ha tilbragt et halvt liv i akademia for å erverve seg? For purunge tenåringer er kanskje dette bare grått og skittent? (Refleksjonsnotat, Vindmølleuka)



*Detalj fra slipemaskinen som ble brukt til å lage jevne vingekanter. Overgangen mellom slipebåndets ruhet og slipevalsens metall representerer absolutt en sansbar kontrast, men hvor bevisst erfarte elevene slike sanselige kvaliteter i løpet av uka? (foto: Snorre Nordal)*

Når man kommer inn i et så høyloftet lokale som dette, med vinduer høyt oppe på veggen, trekkes blikket automatisk oppover. Lærer 1 utbrøt i lærerintervjuet «Det var et flott rom å være i – så høyt under taket!»

Selve lokalet, såpass forskjellig fra klasserommet, må også ha påvirket elevenes opplevelse av uka. Rommets størrelse er i seg selv noe suger som oppmerksomhet – særlig når man er vant til å være i trange klasserom – og når rommet i tillegg er fylt av spennende utstyr er det ikke til å undres over dersom elevene kan ha vanskelig for å få med seg alt som blir sagt fremme ved tavla.

Samtidig var det et læringsrom der vi faktisk aktivt beskyttet oss mot sanseintrykk – med hørselvern, vernebriller og arbeidshansker i forskriftsmessig bruk. Vegg-i-vegg med verkstedet foregikk det laboratorieforsøk innen bio- og solenergi med prototyper og store rigger i mer eller mindre kontinuerlig drift. Når gruppe-

#### Persepsjonsdomenets aktivitetsområder:

Aktivitetsområdene som tilhører persepsjonsdomenet i deltakelsesmatrisen som jeg presenterte kapittel 3.3.3 (Tabell 4), er altså *iakttagelse*, *formidling* og *sansebevissthet*.

Merk at jeg tolker disse begrepene ganske vidt; *iakttagelse* omfatter for eksempel ikke bare synet, men aller former for oppmerksomhetsbevegende persepsjon – all aktiv og fokusert bruk av sansene. Med *formidling* mener jeg både kroppslig, muntlig og skriftlig kommunikasjon mellom mennesker, men også den kontinuerlige (og ikke alltid synlige) prosessen hvor igjennom begreper utvikles og systematiseres i den lærende. *Sansebevissthet* knytter jeg til det å utvikle en fortrolighet med og forståelse av sitt eget vindu mot verden og seg selv – sanseapparatet – og hvordan dette kan utnyttes.

ne inne hos oss arbeidet for fullt med drill, slipemaskiner, stikksag, søyleboremaskiner og industrivifter gjallet maskinlyden i veggene som en øredøvende verkstedskakofoni.

Hver dag hadde vi også økter med mer teoretiske innledninger, gruppearbeid og aktiviteter som kunne ligne på vanlig klasseromsundervisning. Dette passer for de av elevene som har visuelt-/auditive persepsjonspreferanser – elever som lærer best ved å se, høre, snakke, lese og skrive. Men her var det altså mange distraksjonsmomenter som kunne svekke elevenes perseptive oppmerksomhetsbevegelse. Selv om jeg la stor vekt på at elevene skulle holde arbeidsstasjonene ryddige, var det ikke fritt for at noen av bordene store deler av dagen kunne flyte over av materialer og verktøy. Med

dette foran seg, og for øvrig omgitt av en innholdsrik verkstedhall, var det nok ikke alltid lett å holde fokus på talestrømmen min. Elevene hadde selvsagt forventninger om at det var praktiske aktiviteter som skulle finne sted i verkstedet, og det var i utgangspunktet dette de hadde oppmerksomheten rettet mot.

Men selv om ikke alle fikk med seg alt, så var det imponerende å se hvor konsentrerte de tross alt var gjennom uka. Det var en form for ærbødighet over niendeklassingen, der de satt dag etter dag og fulgte med på gjennomgangene mellom de praktiske øktene.

Aktivering av det perseptuelle sanseapparatet er avgjørende for at læring skal kunne finne sted (Cratty, 1986), og vindmallelevnene hadde utvilsomt massevis av ulike sanseopplevelser i løpet av uka i verkstedet – selv om ikke alle iakttagelsene var like bevisst. Jeg hadde sett

for meg at elevene skulle måtte bruke språket og ganske aktivt i arbeidet med de forskjellige gruppeutfordringene. Jeg hadde blant annet lagt opp til at vitenskapsjournalisten skulle utfordre de andre gruppe-medlemmene til å forklare hvordan de arbeidet med oppgavene i sine respektive roller. Slik ble det ikke helt, selv om det opplagt foregikk mye språklig interaksjon mellom elevene – blant annet ved at de måtte sette ord på praktiske problemer og benytte seg av begreper knyttet til verktøy og teknologi. Journalistene lagde (med varierende støtte fra resten av gruppen) presentasjoner som med ord og bilder utgjorde en slags oppsummering av uka. Men bortsett fra dette står det klart for meg at jeg i for liten grad fikk elevene til å skriftliggjøre og bearbeide språklig både opplevelsen som sådan og det lærestoffet de arbeidet med. Enkelte av

Tabell 12. Perseptive aktivitetsformer i Vindmalleuka: Noe fokus på iakttagelse og noe på formidling.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

gruppeutfordringene la opp til diskusjoner, og i noen grupper ble disse ganske gode, men målt i antall minutter gjennom uka utgjorde dette en svært liten del av tiden de tilbragte i verkstedet. Det viktigste språklige arbeidet elevene gjorde samlet sett, var nok å lytte til og tolke mine forelesninger og instruksjoner.

Jeg har få holdepunkter for å si at elevenes sansebevissthet ble øvet. Undervisningsopplegget inneholdt ikke eksplisitt elementer som stimulerer denne formen for metaperspektiv, selv om jeg kanskje hadde håpet at det ville utgjøre en del av sluttpresentasjonen. Verken i spørreundersøkelsen eller i Kirsti Jegstads elevintervju fremkom selviakttagende refleksjoner knyttet til den perseptuelle siden av opplevelsen – men de ble da heller ikke spurt direkte om dette.

Som tabellen ovenfor (Tabell 12) antyder, fikk altså Vindmøllelevne bare begrenset utløp for sin deltakelse og egeninnsats innenfor persepsjonsdomenet. Det hadde absolutt vært mulig å designe et undervisningsopplegg som i større grad trakk elevene inn i perseptuelle egenbevegelser, men som det vil fremgå egner nok denne typen læringsrom seg bedre til andre former for læringsopplevelser.

### 9.2.2 Kognitiv deltakelse: Problemløsning og bearbeiding

Vetle: Jeg har fått veldig mye sånn læring i hvordan man skal bygge opp et resultat ut fra sånne tanker... billedtanker... Vi har egentlig ikke hatt sånne spesielle designtegninger, men det er litt mer sånn... bank, bank, bank – og der trenger vi enda én... (Elevpresentasjon Gruppe 2, Vindmølleuka)

Verkstedet kan altså beskrives som et rom fylt av til dels sterke og distraherende sanseinntrykk. Men samtidig innehar rommets tematiske enhet en fokuserende kraft; alle gjenstander og all aktivitet her er rettet mot å finne praktiske løsninger på virkelige problemer:

Snorre: Her har dere eksempler på noen ulike turbiner [viser frem bilder]. Den første utfordringa er å bli enige om design. [...] Og så må dere huske at det dere skal sage dette ut av, når dere tegner denne profilen, så må dere huske at det blir buet fordi dere skjærer det ut av et rør. Ikke sant? Og ikke lag vingene for smale. Pass også på at det er et festepunkt innerst som ikke er for bredt og ikke for smalt – hvis det blir for bredt blir det vanskelig å få plass til vingene [...], så tenk på størrelsen på navet når dere lager enden på turbinbladene. (Innledning Dag 2, Vindmølleuka)

I Vindmølleuka møtte elevene kognitive utfordringer både i det praktiske problemløsningsarbeidet, i «rollepillet» med de ulike gruppeutfordringene, og i gjennomgangen av ny og til dels tung teori fra fysikk, matematikk og samfunnsfag. Koblingen mellom fysikkteori og praktisk turbinkonstruksjon er krevende, men mange av elevene greide dette bra og kunne bruke ervervet teknisk innsikt til å forklare teoretiske problemer. Vidar formulerte seg for eksempel som følger når han skulle forklare at vingeprofilene ikke kan være symmetriske hvis de skal rotere når vinden treffer rett på:

Vidar: Den første vingen vi lagde var veldig usymmetrisk for at da vil vinden komme fra... eh, dytte vindmølla én vei. [...] Hvis den hadde vært symmetrisk så ville den ha strevd med å finne ut hvilken vei

den skulle snurre. (Elevpresentasjon Gruppe 2, Vindmølleuka)

Andre slet mer med å forstå teorien, og særlig når vi arbeidet med formler og algebraiske uttrykk. Da jeg – steg for steg – utledet en formel for energien i en luft-sylinder med hastigheten 10 m/s og radius 45 cm som passerer et tverrsnitt, merket jeg at det gikk litt for fort:

Snorre: Hvor mange har ramla av nå? Du har ramla av – hvor var det du ramla av? Var det her? Det jeg har gjort her, det er at bare at jeg har satt inn dette i stedet for denne m'en – ser dere det?

Gutt: Da... nå skjønnte jeg det!

Snorre: Skjønnte dere det? Fint! Er det flere som har spørsmål? Nei? Og så skal vi bruke denne også – nå skal vi uttrykke volumet ved hjelp av sidene i sylindren...

(Innledning Dag 4, Vindmølleuka)

Men selv om jeg stoppet opp et øyeblikk her, tviler jeg på at jeg hadde fått med meg alle idet jeg gikk videre. Lærer 1 påpekte også i intervjuet etterpå at jeg hadde lagt lista litt vel høyt i en del sammenhenger:

Lærer 1: Det som jeg ser som noen falt av på i selve Vindmølleuka, er dette med sjongleringen mellom enheter... Altså, det er de aller, aller flinkeste som skjønner hvilken nytte det er å tenke enheter i forhold til å forstå hva som skjer... Altså, meter per sekund – «ja, det er meter per sekund, da tar du strekning delt på tid» – ikke sant? (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Jeg spurte da om læreren trodde det hadde vært mulig å få alle elevene til å beherske slik algebraisk formel-sjonglering i løpet av ei uke. Til dette svarte hun at hvis

#### Kognisjonsdomenets aktivitetsområder:

Til kognisjonsdomenet har jeg assosiert disse aktivitetsområdene: *tenkning*, *perspektivering* og *kritisk refleksjon*. *Tenkningen* forbinder jeg med abstrahering, logiske resonnementer og matematiske operasjoner. *Perspektivering* forstår jeg som utvikling av ulike scenarier i problemløsning, samt analytisk og syntetisk argumentasjon. *Kritisk tenking* handler om å vurdere scenarier, forstå hvordan elementer avhenger av hverandre i en større sammenheng, og på bakgrunn av dette evne å fatte beslutninger.

vi hadde brukt hele uka på bare dét, med «masse konkretisering, masse biler og sykler, og syklet og målt», så kunne det nok gått. Ikke desto mindre syntes de det var bra at de mest teoristerke fikk møte noe å bryne seg på:

Lærer 1: [Vemund], som er veldig god i matematikk, moren har sendt en mail og... så fornøyd! Og [Vemund] var så fornøyd – han hadde skjont matten, ikke sant...

Lærer 2: Og sånn var det med [Vincent] også, egentlig. [Han] har ikke nok utfordringer i mattetimen. [...] Det var morsomt for dem å se at de kan bruke den kunnskapen de har og de evnene de har til litt vanskelige ting.

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

I løpet av Vindmølleuka mottok Kirsti Jegstad (som hadde kommunisert med elevenes foreldre for å få innhentet samtykke til intervju og datainnsamling) følgende epost fra moren til Vemund:

Mor til Vemund: [Min sønn] er veldig inspirert og engasjert over hvordan han får brukt kunnskap og

håndlag denne uka. Han sprudler og forteller masse hjemme. Kjempetakk, sånn har jeg ikke sett han engasjert i skoleting før! [...] P.S. Han sa også at det var en innledning der man snakket om noe som skulle være for krevende for de å følge med på, men han strålte over å ha forstått beregningene og bakgrunnskunnskapen for vindmølleprinsippet. Flott! (Utdrag av epost til Kirsti Jegstad)

Vemund var tydeligvis en av de som hadde stort utbytte av uka, både faglig og personlig. Det at han forteller hjemme om undervisningen er et uttrykk for dette, og samtidig i seg selv en kognitiv bearbeiding av opplevelsen. Moren trekker altså frem at han fått brukt både kunnskap og håndlag i gruppeutfordringene, og at han i tillegg har greid å følge med på de til dels svært avanserte fysiske og matematiske argumentene som jeg gjennomgikk i mine forelesninger.

Da Jegstad intervjuet elevene i etterkant av uka, kunne Vincent stolt opplyse om at «Jeg fant ut at vi trenger 1407 sånne 2,6 volts vindmøller for å bruke en hårføner som er 2000 W i ett kvarter» (Elevintervju, Vindmølleuka).<sup>29</sup> Vetle fortalte i samme intervju at han hadde regnet ut at en gjennomsnittsfamilie i Manta i Ecuador, der Gruppe 2 planla å bosette seg, hadde et årlig elektrisitetsforbruk som lå på 1/15 av det hans familie her i Norge bruke.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Faktasjekk: Dette innebærer altså et energiforbruk på 500 Wh, og hvis han har regnet med at vindmøllene produserer 2,6 V i en time trenger han at de leverer en strøm på 137 mA – hvilket ikke er urimelig (turbinene våre produserte opp mot 150 mA). Dersom turbinene skulle levert 2000 W direkte til hårføneren måtte imidlertid strømmen vært på hele 769 mA.

<sup>30</sup> Faktasjekk: Dette var ikke tall jeg hadde gitt ham, men på Verdensbankens nettsider oppgis gjennomsnittstallene for Norge og

Alle disse tre guttene – Vemund, Vetle og Vincent – gir uttrykk for å aktivt ha deltatt kognitivt i læringsarbeidet gjennom uka.

Samtidig jeg ser jeg klart at jeg samlet sett overvurderte elevgruppa i deler av undervisningsopplegget, både med hensyn til modenhet og kunnskapsnivå. «Jeg har behandlet dem som videregående skoleelever», sa jeg i lærerintervjuet, med snev av resignert anger i stemmen. Men da kontret Lærer I:

Lærer I: Men det er ikke sikkert det er så dumt, vet du [...]. Hvis du gir dem litt høyere forventninger enn det de klarer, så får de noe å strekke seg etter. [...] Her er det en lav inngangsterskel, alle har kunnet være med – alle har fått en utfordring, og det har vært lett å tilpasse oppover. Og det er den veien tilpasningen bør skje – ikke nedover. Og derfor... sånn synes jeg dette har vært et veldig godt opplegg.

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

Ellers var jeg i de teoretiske innledningene nøye med å bruke David MacKays hovedgrep fra læreboka *Sustainable energy without the hot air* – det å holde seg til «meaningful numbers and facts» (MacKay, 2009, s. 3-4). Dette betyr blant annet å bruke enheter som *energi per dag per person* (i stedet for aggregerte enheter for en hel nasjon over et helt år) når det er snakk om energiforbruk. Et slikt grep gjør tallene lettere å forstå, og det virker forpliktende – *mitt bidrag teller!*

I vår artikkel om undervisningsopplegget (Jegstad & Nordal, 2012) konkluderte ellers jeg og Kirsti med at

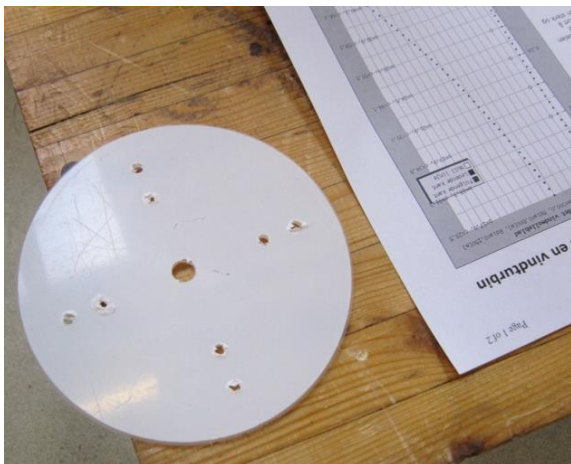
---

Ecuador er henholdsvis 23 174 kWh og 1 192 kWh (altså et forhold på 19:1), så beregningen hans ser ut til å kunne stemme.

Vindmølleuka burde kunne bli en god læringsarena for øving av UBU-kompetanser knyttet til kritisk tenkning.

«Education should learn people to think for themselves», skriver Darin Saul (2000, s. 7). I innledninga mi stoppet jeg på et tidspunkt opp og kom med følgende tankestrek til elevene:

Snorre: Synes dere at jeg er litt skeiv i fremstillinga mi? Det er helt lov å synes det. Hvis dere vil, så kan dere ta opp dette i presentasjonen deres: Er det faktisk riktig at det er så ille som jeg påstår? ER det riktig at vi som barn i Norge skal ta ansvar for denne utviklinga? (Innledning, Dag 1)



*Teori og praksis! Til venstre: Påbegynt turbinnav med nøyaktig hensatte festepunkter for fire vinger. Til høyre: Computergenerert skisse til optimalisert vingeprofil (bilde fra elevpresentasjon).*

Likevel kunne jeg nok gjennom uka vært enda flinkere til å stimulere elevene til å drive kritisk refleksjon – blant annet overfor mine til tider politisk ladede innlegg. I lærerintervjuet reflekterte jeg over dette:

Snorre: Samtidig kunne det også vært interessant å spurt dem på slutten av uka [...]: «Ja, nå har vi brukt ei uke på å hjernevaske dere. Hva synes dere om det?» For det er klart at... det er... propaganda på mange måter det... det de fikk servert der, altså...

[...] Som referanse til dette med kritisk tenkning da... så er det klart at de må jo absolutt gjerne rette det blikket mot oss også. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Kirsti noterte i sin observasjonslogg fra min innledning Dag 1: «Ganske normativt – litt skremselspropaganda». Lærerne syntes imidlertid ikke at dette hadde vært propagandapreget. Lærer 1 understreket samtidig betydningen av å fremstå som en tydelig meningsbærer overfor elevene – ved siden av rollen som formidler og veileder:

Lærer 1: Som lærer er det viktig å være veldig tydelig på hva DU synes er riktig og feil, for da kan de ta stilling til det du sier. Det er noen som mener at lærerne skal være verdinøytrale – det er jeg veldig uenig i. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Det jeg anser som den største svakheten i den gjennomførte Vindmølleuka, er at jeg ikke i tilstrekkelig grad fikk elevene til å bearbeide sin kognitive deltakelse. Det ble som jeg har vært inne på for lite fokus på språklig bearbeiding og skriftliggjøring, og jeg brukte blant annet for lite tid på å, gjennom uka, følge opp læringsmål slik de var nedfelt i stillingsbeskrivelsene. Men dersom vi skulle fått tid til dette, måtte jeg nok ha tatt ut enkelte elementer – eller flyttet dem til for- og etterarbeid.

«Da de begynte å bygge så var alt det andre glemt», sa Lærer 2 i intervjuet, og viste til at praktiske beskjeder så vel som faglig teoristoff lett druknet når elevene kom inn i handlingsmodus. Kirsti anførte noen liknende refleksjoner i sin logg:

Kirsti: Dette var en veldig vellykket uke ved at andre typer elever fikk stråle litt gjennom å gjøre praktiske ting. Jeg tror også at de fleste lærte mye av fysikken

bak. Samtidig var det litt lite tid til refleksjon. [...] Dette var litt fordi det var mange ting på programmet, men også litt på grunn av elevenes forventninger. De var veldig klare for å bygge, men ikke så klare for å reflektere og lære fag. (Kirstis observasjonslogg, Vindmølleuka)

Det var varierende hvor langt gruppene gikk inn i «sjøbergingsutfordringen»; mens noen jobbet med utfordringen på største alvor og i nettevurderingen gav uttrykk for at de syntes dette var både spennende og lærerikt, var det andre som lot til å synes dette var unødvendig og litt teit staffasje – det var kommet for å bygge vindmøller, ikke leke rollespill. Som lærerne bemerket i intervjuet – de mindre politisk bevisste av elevene som tok nok ikke helt på alvor oppfordringen om å bruke prosjektet og presentasjonen til å vurdere kritisk sitt eget forbruk og sine fremtidsplaner:

Lærer 1: Det var veldig bra det foredraget som var her for lærerne. Det var kjempebra.

Lærer 2: Mmm. De var veldig flinke.

Lærer 1: Men jeg tenker også det at retningen på framføringen, den kan gå forskjellige veier. Det kan være en retning som er at du dokumenterer en prosess og sier noe om prosessen. Og så kan det være en som er kanskje mer politisk rettet, ikke sant; og så kan det være en som er mer sånn geografisk rettet. (Men) jeg tror kanskje ikke de klarer alt med den tidsbegrensningen som var. Man må ta noen valgt, og kanskje ha litt mer styrt... det som jeg tenker... styrt refleksjon.

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

*Tenkning, perspektivering og kritisk refleksjon* er altså de tre aktivitetsområdene jeg knytter til deltakelsesdomenet kognisjon i analysematrisen min. Tabell 13

nedenfor indikerer i hvilken grad disse ble involvert i Vindmølleuka:

*Tenkningen* ble i Vindmølleuka utfordret gjennom både forelesningene mine, det praktiske arbeidet og de teoretiske gruppeutfordringene. Jeg forventet at elevene skulle forstå likningsmanipulasjon og matematiske beregninger, elektromagnetiske, mekaniske og aerodynamiske problemstillinger, og økonomiske og samfunnsøkonomiske argumenter som jeg gjennomgikk på tavla. I arbeidet med vindmøllene måtte de blant annet beregne materialbruk og finne designmessige løsninger som fungerte – noe som medførte flere runder med revisjoner og forbedringer. Videre måtte de altså regne mye på elektrisitetsforbruk (både nåværende og fremtidig), og de måtte anvende og manipulere formler for teoretisk og faktisk effekt levert fra vindturbinen, og bruke vinddata til å estimere årlig elektrisitetsproduksjon på det valgte bostedet.

Elevene ble også i noen grad utfordret til å drive kognitiv perspektivbevegelse i Vindmølleuka. *Perspektivering* spiller inn når de skal gå inn i og fylle ulike roller i rollespillet, og det er også et viktig element i både romlig problemløsning og algebraisk manipulasjon.

Jeg la opp til at elevene skulle bedrive mye *kritisk refleksjon* gjennom Vindmølleuka – kanskje i meste laget. Jeg hadde et ønske om å bevisstgjøre elevene om eget energiforbruk og stimulere dem til kritisk tenkning omkring menneskehetens miljøutfordringer. Mitt håp var at særlig vitenskapsjournalistene og miljøvernministrene skulle initiere og drive frem diskusjoner i gruppene. Men, som Kirsti så riktig påpekte i Lærerinterv-



Tabell 13. Kognitive aktivitetsformer i Vindmølleuka: Fokus på tenkning, og noe på perspektivering og kritisk refleksjon.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhets- bevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

juet; elevene var ikke kommet til verkstedet for å diskutere og reflektere – de var kommet for å bygge:

Kirsti: [...] Nå var det på en måte meningen at de skulle reflektere, kanskje mens de jobbet... [...] Men det de tenkte på, når de skulle bygge tårnet, så tenkte de på å bygge tårnet. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Donald Schön skriver i sitt klassiske verk *The Reflective Practitioner* (Schön, 1995) om forskjellen på *reflecting-in-action* og *reflecting-on-action*. Det krever trening og avansert mestring å anta et reflekterende metaperspektiv når man står i en praktisk situasjon. For å komme til kognitiv selviakttagelse knyttet til denne typen oppgave vil det være en fordel for utrente elever å få betrakte oppgaven på litt avstand. Optimalt sett burde jeg med andre ord hatt et etterarbeid til Vindmølleuka, hvor elevene kunne fått anledning til å bearbeide og

reflektere over de erfaringene de hadde gjort seg i verkstedet.

### 9.2.3 Emosjonell deltakelse: Ansvar og realitet

Snorre: Det jeg ønsker at dere skal jobbe med denne uka her, er å møte de holdningene som Nittedalguttene står for og den virkeligheten som William tar tak i og som handler om miljøutfordringer, bærekraft, forbruk og ressurser. (Innledning, Dag 1)

Jeg er glad i ambisiøse prosjekter og «hårete» mål. Mitt viktigste mål for Vindmølleuka var å anspore elevene til håp og handlekraft i møte med verdens bærekraftsutfordringer. Jeg ønsket at de skulle få lyst til å gi seg i kast med kampen for å stoppe verdens vakkende gang mot Armageddon; seiersrikt parafaserende over Don Quijotes nederlag drømte jeg at de skulle beseire overmakten, med vindmøller... Målet er ganske ambi-

siøst, og formuleringen udiskutabelt pompøs. Men la meg løfte frem noen perspektiver som har ledet meg frem til et såpass høystemt credo:

Det engelske begrepet *empowerment* dreier seg ikke bare om praktisk handlingskompetanse, men også om en emosjonell tilstand av optimisme, håp og fremtidsro. Det er ikke alltid så lett å holde fast ved slike skjøre, følelsesdrevne grunnstemninger når miljø- og fordelingsproblemer står på timeplanen. Den australske skoleforskeren Michael Nagel (2005) advarer som jeg har vært inne på mot dommedagsretorikk i natur og miljøundervisningen – det Sobel (1996) kaller *ecophobia*, eller økofobi. Nagel viser til kanadiske Tom Berryman, som skriver:

When presented with overwhelming global problems at a too young age, children gain knowledge of environmental issues but are scared of the world. (Berryman, 1999, s. 62)

Michael Nagel uttrykker under overskriften *If it's too broke, why try to fix it?* bekymring for at elevene skal bli ikke bare redde, men også apatiske i sitt forhold til miljøutfordringene. Med referanse til adferdspsykologen Martin Seligmans begrep *learned helplessness*<sup>31</sup> (Garber & Seligman, 1980) skriver Nagel at vi står i fare for å lære elevene økofobisk håpløshet – *learned hopelessness* – med mindre vi kan tilby elevene mer av «quality educational experiences that counteract this sense of hopelessness» (2005, s. 77). Den britiske utdanningsforskeren Helen Hawkins understreker at vi

<sup>31</sup> Seligman (ibid.) beskriver hvordan dyr, dersom de stadig fratras valgmuligheter, blir mer og mer apatiske. Denne formen for innlært hjelpeløshet må være det motsatte av *empowerment*.

### Om vindmøller, ansvar og realitet: Den skarp-sindige adelsmand Don Quijote av la Mancha

«I det samme blev de vår en tredive firti vindmøller, som der findes en overflod av i denne egn, og straks Don Quijote fik øie paa dem, sa han til sin væbner:

– Lykken faier vore foretagender bedre end vi selv kunde finde paa at ønske, for der, kjære Sancho Panza, kan du se tredive, eller litt flere, uhyrlige jetter komme tilsyne; med dem agter jeg at indlate mig i kamp og ta livet av dem alle, og med det bytte vi faar efter dem, skal vi begynde at berike os, for dette er ærlig kamp, og vi tjener Gud ved at utrydde sligt ukrudt av jordens overflade.

– Hvilke jetter? – sa Sancho Panza.

– De du der ser – svare hans herre – med de vældige armene, som paa nogen av dem kan bli optil to mil lange.

– Men betænk, Eders Naade – svarte Sancho – at det som I ser derborte, det er ikke jetter, men vindmøller, og det som tér seg som armer er vingerne, som dreier møllestenen naar de drives av vinden.

– Det er tydelig nok – svarte Don Quijote – at du ikke er videre bevandret i eventyrligheder: det er jetter; og er du bange, saa hold dig unna og knæl i bøn, mens jeg kaster mig mot dem i en vild og ulike kamp.»

(Cervantes Saavedra, 1605/1978, s. 65-66)

må imøtegå dette med positive eksempler og konkrete løsningsscenarier:

It is vital to encourage positivity and hope to ensure that young people do not envisage a bleak future of hopelessness and despair. (Hawkins, 2009, s. 53)

Frigjøringspedagogen Paulo Freire (1921-1997) drev alfabetiseringsarbeid på den brasilianske landsbygda

(og etter hvert i Bolivia og Chile), og så at nettopp denne håpløsheten er en sentral del av mekanismen som undertrykker de fattige og kuede: «Håpløshet er en form for taushet, der man forneker verden og flykter fra den» (Freire, 1970/1999, s. 76). Freire anbefaler at vi i skolen jobber mer med problembasert undervisning, med kontekster som er konkrete og så autentiske som mulig:

I problemrettet undervisning utvikler menneskene sin evne til kritisk å oppfatte den måten de eksisterer i verden på [...]. De begynner å se verden som en virkelighet i utvikling, i forandring, ikke som en statisk virkelighet. [...] Problemrettet undervisning baserer seg på de skapende evner og stimulerer sann refleksjon og handling for å forandre virkeligheten, og derved svarer den til menneskets kall som individer som er autentiske bare når de er engasjert i undersøkelse og skapende forandring. (Freire, 1970/1999, s. 67-68)

Freire er her innom de fleste av deltakelsesdomenene i matrisen min, men jeg opplever at kjernen i budskapet hans er at undervisningen skal formidle og stimulere håp og fremtidstro hos elevene.

I Vindmølleuka startet vi altså med å se filmen om William Kamkwamba. Elevene mine var tydelig berørte av Williams fortelling om sjølbergning og fremtidshåp i Malawi, som slik dannet et pregnet utgangspunkt for uka vår. Videoen til hiphop-duoen OrdBruk utgjorde en sterk kontrast til dette; Hakadalgutta taffer seg med gangster-fakter og koketterer med at de driter i alle andre enn seg selv. Stemningen i verkstedet var entydig: Hadde dette vært Norske Talenter ville vi *Å* dem ut, tvert. Upassende, og pinlig!

Med rollespillet omkring de ulike stillingsbeskrivelsene og gruppeutfordringene, var intensjonen å trekke elevene inn i en kontekst hvor de ble ansvarliggjort, opplevde handlekraft, og i fellesskap nådde frem til et mål. Elevene opplevde å bli ansvarliggjort, og de opplevde større og mindre grad av mestring. Men for de fleste knyttet nok mestringen seg mer til den konkrete oppgaven (å bygge en vindmølle) enn til rollespillets mer fiktive oppgaver (å utøve ulike yrker og bli sjølberga med elektrisitet).

Da Kirsti intervjuet noen av elevene etterpå, påpekte Vincent at klimaendringene «går jo ikke ut over oss i Norge – det går ut over folk i resten av verden [...]; de vil sikkert få større problemer enn oss». «Vi må slutte å være så egenrådige!», repliserte Vetle, og fortsatte med glødende engasjement:

Vetle: Vi må satse på fornybar energi. Det gjør vi ikke ved å oljeborre i Lofoten og Senja og pumpe opp enda mer av de derre dinosaurene under jordflaten, ikke sant [...]. Vi må satse mer. Vi må bruke teknologien vår til å lage miljøvennlige arbeidsplasser! (Elevintervju, Vindmølleuka)

Dette kan betraktes som et uttrykk for empati og sosial samvittighet, men det kan selvsagt også tolkes dithen at elevene sier det de tror vi ønsker å høre og snakker oss etter munnen. Kirsti oppgir imidlertid i sin logg at hun tror engasjementet er genuint.

Tirsdag og onsdag var byggearbeidet kommet ordentlig i gang, og vi var vitne til at elevene jobbet så det sprutet. De nektet å ta pauser, samarbeidet godt i gruppene, og fant frem til praktiske løsninger i fellesskap. Dette, som jeg i min logg kalte *byggebananzaen*, var nok ukas

høydepunkt for de fleste av deltakerne. Lærer 1 understreket:

Lærer 1: Nei, jeg... det som [Lærer 2] sier, som jeg synes er viktig, er det hun sier med glede... Altså, ja, glede ved arbeidet... Og jeg var jo ikke der den tirsdagen... men for meg hørtas det nesten ut som en sånn gledens dag

Kirsti: Ja, nesten små-religiøst... [latter]

(Lærerintervju, Vindmølleuka)



*Vindmølleuka: Ferdig! Fornøyd industridesigner (foto fra Elevpresentasjon).*

Jeg tror at det å arbeide en hel uke på et sted som dette – en autentisk arena for forskning og utvikling – har potensial til å inngyte en følelse av å bli tatt på alvor. Som et dannelses- og læringsmål er det svært verdifullt. Spørsmålet blir altså hvordan arenaen kan utnyttes på en måte som utløser dette potensialet hos

flest mulig av elevene. Jeg fikk ikke inntrykk av at alvor for noen av elevene ble underminert av «leken» med roller og gruppeutfordringer. Tvert imot virket det som om den superkonkrete verkstedskonteksten – så forskjellig fra klasserommets dekontekstualiserte konturløshet – stimulerte elevene til kreativ utfoldelse, og til en følelse av ansvarsfull realitet også i møte med denne formen for tenkte situasjoner.

Det var interessant å overvære en del av diskusjonene som fant sted knyttet til enkelte av de mer rollespillrelaterte gruppeutfordringene. Se for eksempel denne ordvekslingen i Gruppe 2 om hvilket elektrisitetsforbruk de skal ha i landsbyen sin:

Vetle: Vi tar utgangspunkt i hva vi trenger.

Vilde: Ja. Radio, eventuelt? Nei, men det kan man få på nettet. [...] Vi trenger egentlig bare internett for der er det nett-TV.

Vetle: Ja, og så er det varmt vann, lys, og nedkjøling eventuelt. Er det noe mer? [...]

Vilde: Vaskemaskin.

Vetle: Klesvaskemaskin, ja.

Viggo: Man kan vaske opp for hånd...

Vilde: Tørketrommel er ikke så viktig, det kan man tørke på vanlig. [...]

Vetle: Er det noe mer vi trenger? Det er lader til telefon da, eventuelt.

Vilde: [...] Lader til datamaskinen også, hvis vi skal ha internett. [...]

Vetle: Jeg har skrevet opp te- og kaffekoker også.

Viggo: Te- og kaffekoker?!

Vilde: Ja, men vi kan koke vann på selve kokeplata. Vi bruker det hver dag.

Viggo: Du klarer å overleve uten kaffekoker... [...]

Vetle: Man kan overleve uten lys, man kan overleve

uten varmtvann, man kan overleve uten brødrister – ikke sant?

Viggo: Man kan ha det veldig bra uten. [...]

Vilde: Vi trenger jo egentlig ikke kjøleskap heller, vi kan jo bare kjøle ned maten i vannet.

Vidar: Før i tiden pleide vi å kjøle ned...

Vilde: I bekken.

Vidar: Nei, de lagde et rom nedi gulvet – det har vi på hytta i Sverige.

Vilde: I bekken óg...

Vidar: Bekken går i hvert fall ikke?

Vilde: Jo, du putter det i poser og putter det oppi...

(Gruppearbeid Dag 1, Vindmølleuka)

I samtalen videre diskuterer de hvor mye lys man trenger, og om de skal ha elbil. Elektroingeniør Vidar innrømmer at han til vanlig bruker ganske mye tid på dataspill, og miljøvernminister Vetle svarer diplomatisk at «Vi kan skrive det i parentes, da» (ibid.).

Elevene syntes å trives med å skulle planlegge sin egen fremtid, og flere av dem gav i spørreskjemaet uttrykk for at de ønsket å redusere sitt eget forbruk med alt fra å dusje kortere til å skru av lys hjemme, slutte å bruke tørketrommel og sykle mer. Noen av elevene var allerede dedikerte miljøaktivister. Én skrev «Jeg er aktiv SØer, og er veldig engasjert i miljøpolitikk. Jeg bruker kollektive fremkomstmidler i stedet for å bli kjørt» (Nett-spørreskjema, Vindmølleuka). En annen forteller:

Elev: Jeg er engasjert [...], og bor uten strøm om sommeren [...] i en bu på Hvaler. Gjorde det for første gang for to år siden, og det har vist hvor lett det er å leve uten strøm om sommeren. Jeg går også noen runder i rommene [hjemme] for å sjekke at lys er av, og ladere som ikke blir brukt [er tatt ut av

#### Emosjonsdomenets aktivitetsområder:

De emosjonelle aktivitetsområdene jeg har definert er *følelse*, *innlevelse* og *selvfølelse*. Du deltar med *følelser* når du blir sint, glad, rørt, oppglødd, redd – kort sagt følelsesmessig engasjert. *Innlevende* deltakelse handler om å vise empati, medfølelse og hengivenhet. Dersom *selvfølelsen* er involvert, setter du din egen identitet på spill; deltakelsen din er svært dedikert, og av en slik art at den kan forandre hvordan du ser på deg selv.

kontakten]. Jeg er egentlig stolt over hvor mye jeg har forandret meg på [få] år [...]. Dette er jo veldig viktig! (Nettspørreskjema, Vindmølleuka)

En tredje la vekt på at han/hun gledet seg til å bli voksen nok til å ikke lenger være underlagt foreldrenes livsstilsvalg:

Elev: Jeg ser fram til jeg får eget hus som jeg selv kan bestemme over. Da kan jeg prøve å kjøre minimalt med bil og ha et lavt strømforbruk. Hvis alle i Norge kunne gjort bare en liten forskjell hver, ville utslaget bli stort. (Nettspørreskjema, Vindmølleuka)

Som barn, i juridisk forstand, er det tross alt begrenset hvor stor myndighet disse ungdommene har over egne liv. Da er det kanskje godt å bli tilkjent selvråderett og vide fullmakter gjennom Vindmølleukas rollespill og kunne – som Don Quijote – kaste seg ut i verdens eventyrligeder uten forbehold!

Deltakelsesmatrisen min har altså følgende aktivitetsområder knyttet til emosjonell deltakelse (se Tabell 13 ovenfor): *følelse*, *innlevelse*, og *selvfølelse*. Det er jo, som jeg var inne på i kapittel 5, vanskelig å vite noe

Tabell 14. Emosjonelle aktivitetsformer i Vindmølleuka: Noe følelse, men først og fremst innlevelse og selvfølelse.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

sikkert om andre menneskers emosjonelle liv dersom de ikke selv eksplisitt forteller om det (og selv da er det ikke sikkert at gjengivelsen blir korrekt). Men på bakgrunn av de innsamlede utsagnene fra elever og lærere og mine egne opplevelser i møte med Vindmølleuka, vil jeg anføre følgende vurderinger:

Klodens bærekraftsutfordringer er av skremmende omfang, og i de innledende presentasjonene la jeg ikke skjul på dette. Jeg fikk videre et klart inntrykk av at elevene ble provosert til oppmerksomhetsbevegende følelsesreaksjoner da jeg satte på OrdBruk-guttas musikkvideo. De følte på forlegenhet og kanskje sporer til sinne over disse ungdommenes likegyldige dekadanse og destruktive resignasjon. Men bortsett fra denne situasjonen spilte jeg i liten grad på enkle følelsesutbrudd i undervisningsopplegget. Ikke desto mindre fornemmet jeg at mange av elevene var sterkt emosjonelt

deltakende gjennom uka, og både i intervjuet og på spørreskjemaet gav flere av dem tydelig uttrykk for at bærekrafts- og fordelingstemaene vi jobbet med berørte dem.

Perspektivbevegende *innlevelse* ble vekket i møte med William Kamkwamba og hans afrikanske eventyr. Jeg tror mange av elevene opplevde at de, tross forskjellene i oppvekstvilkår og levestandard, kunne identifisere seg med ham. Han var på deres alder da han bygget sin første vindmølle, og han fortalte sin historie med ydmykhet og enkle ord. Samtidig er fortellingen et universelt helteepos, om gutten som møter nederlag med kreativt pågangsmot og som trosser omverdenens motforestillinger og ender med å vinne heder, ære og

halve kongeriket<sup>32</sup>. Elevene dras inn i eventyret, og bærer det med seg når de etterpå skal bygge vindmøller som ligner på Williams. Innlevelse krevdes også når de skulle ikle seg ulike roller og være representanter for hver sin profesjon, men her var det nok litt vekslende hvor deltagende elevene var.

Tilbakemeldingene fra lærerne og enkelte av elevene tyder på at Vindmølleuka også var i stand til å gjøre noe med elevenes *selvfølelse*. Opplevelsen av å være betydningsfull og å kunne utgjøre en forskjell i verden, er noe av det mest verdifulle en ungdom kan erfare. Det å mestre praktiske utfordringer som dette, satt inn i en (riktig nok fiktiv) sammenheng av verdensforandrende valg og prioriteringer, er egnet til å kunne gi dem tro på og pågangsmot til å ta tak i kompliserte problemer både i eget liv og i samfunnet.

Deltakelsen til mange av elevene i Vindmølleuka var av en slik art at jeg føler meg ganske sikker på at de har fått utviklet og styrket nettopp selvfølelsen sin. Lærer I fortalte i lærerintervjuet følgende om reaksjonen til en av guttene etter uka:

Lærer I: For ham var det en... skjellsettende opplevelse! Å være der... [er] det beste som har hendt ham på ungdomsskolen. Han får tårer i øynene når vi snakker om det. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

#### 9.1.4 Sosial deltakelse: Arbeidsfellesskapets verdi

Innenfor sosiokulturell læringsteori er det mellommenneskelige relasjoner som utgjør det viktigste grunnlaget for læring. Vindmølleuka kan med utgangspunkt i

Liv Sissel Grønmo og Torgeir Onstads kategorisering av undervisningstradisjoner (og litt sans for tabloide fremstillinger) betegnes som et klassisk «L97-opplegg», med tverrfaglig timeplansoppløsning og gruppearbeid over mange dager (Grønmo & Onstad, 2013). De 24 niendeklassingene som deltok kom fra fire parallellklasser på samme skole, og ble satt sammen i seks grupper med fire elever i hver gruppe. Gruppene skulle bygge hver sin vindmølle, og utgjorde gjennom uka forholdsvis autonome arbeidsfellesskap. I alt var det altså fjorten Gruppeutfordringer de sammen skulle løse, innenfor rammen av et slags rollespill.

Det var dessverre ikke så mange jenter som hadde søkt om å få være med på uka, og selv om lærerne som satte sammen gruppene hadde kvotert inn de fleste av dem som søkte, utgjorde de fem jentene et klart mindretall i elevgruppen. Det var også trist å se at flere av dem fikk litt passive roller i gruppene sine. En av dem skrev i nettspørreskjemaet: «Å samarbeide er ikke lett når man er den eneste jenta» (Nettspørreskjema, Vindmølleuka). De fleste av jentene endte opp som vitenskapsjournalister i gruppene sine (elevene ble enige om rollefordelingen internt i gruppene uten innblanding fra oss), og Lærer I kommenterte dette slik:

Lærer I: Legg merke til at det blir jentene som blir sittende med det skrivearbeidet. Og det er noe å huske på. For jeg spurte jentene først «Skal vi lage en ren jentegruppe?»... «Nei. Det skal vi ikke»... og når jeg spurte dem etterpå «Ja, hva synes dere om det?»... Nei, de syntes ikke det hadde vært noe okey...[...] Jeg ser ofte det – at jentene tar ansvar for den skrivebiten. [...] Det kan være en makelighet i det også, ikke sant?

<sup>32</sup> Knut Omholt skriver om slike eventyr i sin bok *Heltens og heltinens vei – om å skape dialog med det mytiske* (Omholt, 2001).

Kirsti: Ja, for jeg tror de må pushes litt... for å gå litt på det ukjente... så der er det litt...

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

Sett under ett virker det som om undervisningsopplegget appellerte sterkere til guttene enn til jentene. Lærerne foreslo at vi ved neste korsvei burde vurdere å ha kjønnsdelte opplegg, for å sikre at jentene fikk rom nok til å utfolde seg:

Snorre: Du kunne nesten hatt en jenteuke og en gutteuke...

Lærer 1 og Lærer 2: Ja!

Lærer 1: Det tror jeg hadde vært kjempelurt

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

I nettpørreskjemaet antydte også en av jentene at det ville vært bedre med rene jentegrupper:

Jente: Jeg lærte veldig lite, men det var fordi jeg ikke fikk være med på så veldig mye, jeg var jo eneste jenta... Syntes det var kjedelig, men sikker på at jeg hadde lært mer om jeg hadde vært på gruppe med noen som ikke visste alt fra før av. (Nettpørreskjema, Vindmølleuka)

Dette er et stort og vanskelig tema, og mange skoleforskere advarer mot kjønnssegregering (bl.a. Fabes, Martin, Hanish, Galligan, & Pahlke, 2013; Halpern et al., 2011). Samtidig er det også flere forskere som tar til orde for at vi i skolen må motarbeide de «tunge» realfagenes machoimage, og søke og fremstille disse fagene på en måte som i større grad kan appellere til jenter (Nergård, 2003; Schreiner, 2008). Idéen om å komme til et møkkete verksted for å bygge vindmøller er kanskje lettere å selge inn til guttene i en niendeklasse enn til deres kvinnelige klassekamerater. Kan hende ville

#### Sosialiseringsdomenets aktivitetsområder:

Innenfor det sosiale deltakelsesdomenet ligger følgende aktivitetsområder: *aksept*, *samspill* og *tilhørighet*. *Aksept* handler om tre inn i et fellesskap og bygge relasjoner til de andre deltakerne i fellesskapet. *Samspill* er det som foregår når du aktivt interagerer sosialt med de andre, og dere sammen kommer fram enighet og spilleregler som tilgodeser hverandres behov. *Tilhørighet* kan man oppleve etter gjentatte ganger å ha blitt vist aksept og tillit fra de andre deltakerne i fellesskapet, understøttet av gode erfaringer med konstruktivt samspill.

flere jenter søkt seg til og blitt nysgjerrig på undervisningsopplegget dersom fokus i innsalget hadde vært mer på rollespillet og redd verden-tematikken, og mindre på det praktiske verkstedsarbeidet? Samtidig opplevde jeg at masterstudent Marie Loe Halvorsen, som omviser i Energilaboratoriet og hjelpelærer gjennom uka, fremsto som en praktfull rollemodell for smarte, engasjerte jenter – og gutter. Flertallet av de studentene som var inne som verkstedsveiledere var også kvinnelige.

Jeg hadde forsøkt å lage roller og en rammehistorie som skulle være egnet til å inspirere elever med ulike interesser og bakgrunn. Jeg ønsket å vise at vi alle kan spille en rolle i kampen for å redde verden, at realfaglig innsikt kan brukes på mange forskjellige måter i denne kampen, og at vi må samarbeide for å få til viktige forandringer. Selv om elektroingeniør-rollen sikkert kan betraktes som stereotypisk maskulin, tenkte jeg at både vitenskapsjournalist, miljøvernminister og industri-



signer var roller som kunne favne bredt blant både gutter og jenter.



*Det trengs flere hender når vingene skal monteres på navet (foto fra elevpresentasjon).*

Jeg tror kanskje at den viktigste grunnen til at enkelte (og da særlig journalistene) ble for passive, var at de hadde for få dedikerte oppgaver gjennom uka. Ettersom de i utgangspunktet ikke hadde noen tydelig definert rolle i det praktiske byggearbeidet, kunne de trengt en tettere oppfølging med flere delmål gjennom uka. Samtidig følte nok mange av jentene på at de var i mindretall, og at de sosialt sto litt alene. I intervjuet som Kirsti hadde med meg og lærerne i etterkant, reflekterte jeg over om gruppene kanskje ville fungert bedre hvis det hadde vært tre i elever i hver gruppe i stedet for fire. Da ville det vært lettere å holde intensiteten i arbeidsoppgavene oppe gjennom hele uka for alle.

Snorre: Jeg hadde jo sett for meg at med disse fire rollene som de hadde så skulle liksom alle være veldig engasjerte og ha nok å holde på med, og det skulle være oppgaver... [...] Det var ikke det at det var så

mange som... gikk og drev, for det var det jo ikke. Men... det ble... litt skjevt, (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Men det var også noen av guttene som hadde det litt vanskelig gjennom uka.. Dårlig kjemi mellom to av guttene viste seg å lage problemer i en gruppe. Lærer 1 kommenterte:

Lærer 1: [Gruppe N] ble en vanskelig gruppe, både for fordi [NN1]s innstilling var dårlig... og fordi [NN2] er vanskelig å samarbeide med... Da... da blir det vanskelig. [...] [Han] er en sånn som er helt enten eller. Enten er han en superressurs og... veldig begavet gutt... ellers så... trekker han seg helt ut og saboterer. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

En av de involverte bagatelliserte imidlertid disse konfliktene i gruppas sluttpresentasjon:

Elev: Samarbeidet har vært viktig. [...] Det er liksom konflikter i alle grupper, men vi kom fram til et resultat, og vi var fornøyd. Det har vært litt sånn smådiskusjoner underveis, men det hører hjemme. (Elevpresentasjon, Vindmølleuka)

Likevel: Det jeg først og fremst opplevde gjennom uka var veldig mange eksempler på imponerende godt samarbeid mellom elevene i møte med de ulike gruppeutfordringene, og flertallet av gruppene fungerte utmerket. De fleste av oppgavene innebar at elevene enten måtte samhandle praktisk eller forhandle seg frem til enighet i beslutninger om mer teoretiske spørsmål – som rollefordeling, bosted, energiforbruk, og så videre. Det var i løpet av uka overraskende lite krangling i gruppene, og til tider var det nesten rørende å se hvor flinke ungdommene var til å gå hverandre til hende –

enten det dreide seg om å holde et emne som skulle sages eller hente frem materialer og verktøy.

Arbeidsdelingen var et stykke på vei styrt gjennom stillingsbeskrivelsene. Elevene skulle fylle ulike roller i gruppen, og miljøvernministeren, elektroingeniøren, industridesigner og vitenskapsjournalisten hadde én dag hver som gruppeledere. I elevintervjuet som Kirsti holdt med syv elever i etterkant av uka, pekte en av guttene på at grepet med rullerende gruppeledelse hadde bidratt til å få samarbeidet i gruppen til å fungere:

Vegard: [Samarbeidet] gikk jo greit det. [Vi var] sjefer på forskjellige dager, på en måte. (Elevintervju, Vindmølleuka)

Miljøvernminister Vetle beskrev i sluttpresentasjonen sin gruppes *modus operandi* som følger:

Vetle: Vi fordelte på en måte arbeidsoppgavene, og så gikk vi strukturert gjennom og lagde skisser. (Elevpresentasjon Gruppe 2, Vindmølleuka)

I nettpørreskjemaet var også en elev som hadde kommentert under de åpne spørsmålene at rollefordelingen hadde fungert «veldig bra, alle bidro» (Nettpørreskjema, Vindmølleuka). Et par av elevene fortalte at de gjennom rollen sin nærmest hadde fått en forsmak på drømmejobben, noe følgende ordveksling fra en av gruppene kan antyde:

Vetle: Du er elektroingeniør – er det greit? [...] Du skal [...] ha ansvar for energi, strøm, spenning, effekt og målinger.

Vidar: Det er for det meste omtrent det jeg vil da, da. (Gruppearbeid Dag 1, Vindmølleuka)

I analysematrisen min omfatter altså sosial deltakelse aktivitetsområdene *aksept*, *samspill* og *tilhørighet* (se Tabell 15 nedenfor).

#### VERKSTEDSREGLER: DETTE ER DITT ANSVAR

1. Utvis **forsiktighet**, **nøyaktighet**, og **omtanke** for andre
2. Arbeidsstasjonen din og området rundt skal være enda **ryddigere** når du forlater det enn da du kom dit
3. Ved bruk av maskinverktøy (stikksag, drill, borremaskin, slipemaskin) skal du ha på deg **vernebriller** og være fulgt av en **veileder**
4. Ved bruk av skarpe verktøy som kniv og sag må du utvise særlig forsiktighet, også med tanke på **underlaget** og **de omkring deg**
5. Når du borrar eller sager må du være ekstra nøyaktig; vi kan **ikke sløse** med materialet
6. Hold i orden og ta godt vare på **verktøyet**



Oppmerksomhetsbevegende sosialisering handler altså om *aksept*, og denne formen for egeninnsats måtte elevene fremvise gjennom hele uka. Elevene måtte akseptere og innordne seg i forhold et sett med verkstedetsregler (se bildet ovenfor) som ble overholdt ganske strengt – for sin egen og hverandres sikkerhet og av respekt for verkstedet som arbeidsplass. Elevene fulgte disse reglene uten å mukke, og oppførte seg stort sett disiplinert og konstruktivt. Videre forutsatte jeg at de skulle akseptere rollespillet som premis; jeg forventet at de tok leken på alvor, levde seg inn i sine ulike roller, og samarbeidet om å løse gruppeutfordringene. Her var, som jeg har vært inne på, aksepten litt mer variabel. Alle følte seg ikke like hjemme i rollene og gruppene sine, men likevel var det ingen som (når det kom til stykke) saboterte eller motarbeidet gruppas arbeid. Og kanskje henger dette sammen med at det overordnede premisset for uka – kampen for en mer bærekraftig utvikling – opplevdes som viktig og relevant for alle deltakerne.

*Samspillet* er den perspektivbevegende sosialiseringen. I Vindmølleuka krevdes dette hele tiden; elevene måtte skjerpe seg for å interagere så konstruktivt som mulig i rollene sine. De måtte samarbeide i det praktiske byggearbeidet, gå hverandre til hende og bli enige om tekniske løsninger. Samtidig måtte alle få komme til orde i diskusjonene omkring spørsmål som hvem som skulle ha ulike roller, hvor de skulle bosette seg, og hvilket elektrisitetsforbruk de skulle legge seg på. Og spesielt mot slutten av uka måtte de hjelpe journalisten med prosjektpresentasjonen, og gruppa måtte bli enig om form og innhold i presentasjonen.

Selviakttagende sosialisering skaper *tilhørighet*. I Vindmølleuka fikk vi nok ikke utnyttet potensialet til å fremme denne formen for deltakende egeninnsats hos elevene fullt ut. I mange av gruppene kjente ikke elevene hverandre særlig godt, og uka utspilte seg på universi-

tetet, på fremmed jord. Ved å legge inn bli kjent-øvelser den første dagen og en avslutningsfest torsdag kveld, kunne opplevelsen av tilhørighet blitt styrket. Men samtidig tror jeg elevene opplevde en form for tilhørighet i fellesskapet omkring sluttproduktet da de stod og presenterte det på fredagen. De stod der med en ordentlig vindmølle, som de hadde bygget helt selv.

Da vi holdt på med å rydde i verkstedet torsdag ettermiddag opplevde jeg noe rørende. En av gutta stilte seg foran meg, rakte frem hånda, og så meg fast i øynene mens han takket med ettertrykk for at jeg hadde gitt ham denne uka. Deretter kom den ene etter den andre bort til meg og gjorde det samme – til sammen må det ha vært minst ti femtenåringer som kom bort til meg og gjennomførte dette eldgamle sosialiseringsritualet, med et nærmest ærbødig alvor.

Tabell 15. Sosiale aktivitetsformer i Vindmølleuka: Aksept, samspill og noe tilhørighet.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

### 9.1.5 Handlende deltakelse: Virkelige spørsmål og håndfaste svar

Lærer 2: Den gleden ved å jobbe praktisk og se at... se fra teorien til et produkt – at de ser den utviklingen... klart det er mye faglig de har fått med seg, men jeg tror for mange at det å jobbe praktisk og se prosessen og forstå ting – hvordan ting henger sammen... Det synes jeg var fint å se... (Lærerintervju, Vindmølleuka)

I løpet av Vindmølleuka blir elevene konfrontert med blant annet følgende mer eller mindre eksplisitte spørsmål:

- Hvem vil du være/hva skal du bli?
- Hva kan du bidra med for å redde verden?
- Hvordan bygger man et stabilt, solid tårn med minst mulig materialforbruk?
- Hva innebærer det å være en leder for andre?
- Hva er den optimale balansen mellom kollektivt samarbeid og selvstendig initiativ når man jobber i gruppe?
- Hvordan disponerer man tid når man driver gruppearbeid over mange dager i strekk?
- Hvordan kan matematikk og fysikk hjelpe deg når du skal forbedre en konstruksjon?

Mange av disse underliggende spørsmålene peker på relevante tema i den voksenverden tenåringene aspirerer mot. Jeg tror det er godt for dem å oppleve anerkjennelsen som ligger i å bli behandlet som nesten voksne, og i å bli møtt med en forventning om at de skal greie å løse forholdsvis kompliserte oppgaver. Det er selvsagt en balanseøvelse dette, hvis de ikke får det til kan de bli lei og miste motet. Men Lærer 1 mente altså

#### Handlingsdomenets aktivitetsområder:

Til handlende deltakelse har jeg tilordnet aktivitetsområdene *vilje*, *samarbeid* og *bevisst øving*. Begrepet *vilje* peker på den konstruktive intensjonen og rettetheten som må ligge til grunn for bevisst handling. *Samarbeid* knytter seg til det å sammen med andre finne fram til løsninger på praktiske utfordringer, og det å søke å utfylle hverandre slik at gruppa som arbeidsenhet fungerer optimalt. *Bevisst øving* handler om å gå inn i prosess der du aktivt vurderer din egen praksis og systematisk leter etter forbedringspotensialer.

at elevene hadde godt av å ha noe å strekke seg etter, samtidig som hun fremholdt at ettersom rammefortellingen var bygget rundt varierte, praktiske oppgaver kunne alle finne utfordringer de greide å håndtere.

Og, ikke minst, det hele munnet ut i et håndfast sluttprodukt som alle i gruppa kjente eierskap til. Lærer 2 understreket at mange av elevene savner dette håndgripelige i skolehverdagen – «Det praktiske, det er jo mange som trenger mye mer av det», sa hun med et sukk (Lærerintervju, Vindmølleuka). I dynamikken som virker mellom relevante spørsmål og konkrete svar vil det foregå læring for alle. Lærer 1 kommenterte:

Lærer 1: Jeg har veldig tro på det at du... du gjør noe – får en oppgave og så løser du den – og så får du noe kunnskap, og så kanskje endrer du på noe av det du gjorde. Altså, den prosessen der synes jeg er veldig sånn... organisk, da. Det er sånn jeg gjør det selv, når jeg skal finne ut av ting hjemme. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Utdanning for bærekraftig utvikling (UBU) handler grunnleggende sett om å sette elevene i stand til å forbedre vår felles fremtid. Dette kan betraktes som å utvikle det som Arran Stibbe og Heather Luna kaller *sustainability literacy*, som er noe mer enn bare kunnskaper om bærekraftig utvikling; det er også evnen til å handle på bakgrunn av kunnskapen (Arran Stibbe & Luna, 2009, s. 11). Handlingskompetanse er et sentralt tema i UBU-forskningen. Danskene Finn Mogensen og Karsten Schnack skriver:

In an educational context, qualifying students' competence to take action is [...] basically a matter of organising learning situations which make it possible for students to transform themselves into critical, democratic and political human beings. [...] The action competence approach seeks to form a basis for decisions and choices that are connected to community and dialogue. (2010, s. 64-65)

At det skulle være handlende deltakelse var nærmest et grunnpremiss for Vindmølleuka. Jeg ønsket å gi elevene en fysisk erfaring av hva realfag handler om, eller snarere: *kan* handle om, og håpet at dette både skulle virke motiverende og styrkende i deres læringsarbeid, og samtidig inspirere dem til miljøpolitisk engasjement. En av guttene som Kirsti intervjuet, la vekt på at de hadde lært mye om problemløsing:

Vegard: Hele tiden mens vi bygga egentlig så var det å løse sånne småproblemer egentlig. [...] Når du liksom holder på å bygge og så plutselig kommer på et problem som du ikke hadde tenkt på før, også må du finne en løsning på det med en gang liksom, for du har dårlig tid. (Elevintervju, Vindmølleuka)



*De utskårede vingene måtte slipes, sånn at kantene ble så jevne som mulig. Ved siden av eleven med slipemaskinen, kapper en annen elev akslingen til passe lengde med baufil (foto fra elevpresentasjon).*

To andre av guttene understreket at de hadde måttet utvise både presisjon og tålmodighet i byggearbeidet:

Viktor: Det var litt det der [...] ta feil mål på skiva eller vingene, så blir det helt skeivt. Bommer du med en halv millimeter så funker det ikke. [...] Vi hadde ikke noen arbeidstegning eller noe så vi måtte bare bygge framover og finne ut sjøl etter hvert. [...]

Vidar: Vi hadde ingen arbeidstegning.

(Elevintervju, Vindmølleuka)

Lærerne var opptatt av at Vindmølleuka gav dem og elevene tydelige praktiske referanser som de kunne bruke videre i læringsarbeidet. I intervjuet som Kirsti hadde med meg og lærerne sa en av dem følgende om sine forventninger til uka:

Lærer 1: Så det som jeg tenkte var det der å... få litt fokus på hvordan man bruker matematikk rent praktisk til å... ja... gjøre noen beregninger som har en betydning da... i hverdagen... (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Begge lærerne var enige om at deres forventninger hadde blitt innfridd, og at de betraktet dette som verdifull læring for elevene på en fruktbar læringsarena:

Tabell 16. Handlende aktivitetsformer i Vindmølleuka: Vilje, samhandling og bevisst øving.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deitakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	<b>vilje</b>	<b>samarbeid</b>	<b>bevisst øving</b>

Lærer 2: Den praktiske jobbingen tror jeg også var veldig fint for elevene – å kunne jobbe litt praktisk, prøve litt, feile litt... [...]

Lærer 1: Det tror jeg er veldig riktig – det blir sånn arbeidsskole, sånn Paulo Freire, ikke sant? At de kommer og jobber – utstyret er der, rommet er der... Jeg tror det er veldig riktig pedagogikk, da. [...]

Det å oppleve virkelig intenst arbeid over seks timer [...] det er utrolig viktig læring, tenker jeg.

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

Referansen til Paulo Freire er interessant i seg selv. Vi hadde så vidt jeg vet ikke snakket om dette på forhånd med lærerne, men i min og Kirstis artikkel om Vindmølleprosjektet (Jegstad & Nordal, 2012) hvor vi altså analyserte hvordan undervisningsopplegget kunne fremme UBU-kompetansene frigjørende handlekraft (*empowerment*) og kritisk tenkning, var Paulo Freires *De undertryktes pedagogikk* (1970/1999) helt sentral. Freire

skriver: «Frigjørende undervisning<sup>33</sup> består i virksomhet basert på erkjennende handling, ikke av overføring av kunnskap» (ibid, s. 63). Å utvikle elevenes handlingskompetanse, eller *action competence*, fremheves av flere som helt sentralt innen UBU (bl.a. MacVaugh, 2009; Mogensen & Schnack, 2010; A. Stibbe, 2009).

Ellers hadde lærerne naturlig nok også et tydelig fokus på enkeltelevers reaksjoner og utbytte gjennom uka. Lærer 2 sa for eksempel følgende om en av guttene:

Lærer 2: Jeg ser at når det først er noe som han synes er gøy, så kan han det... men når oppgaven er «Gjør de og de oppgavene», så tar det tid å finne fram boka, og tingene... Akkurat å ta sånne elever og få det litt sånn... pushe dem litt og dra de tingene litt videre – som man kan ta med seg tilbake til skolen

<sup>33</sup> I den engelskspråklige utgaven: «empowering education» (Freire, 1970).

[...]. Det er sånne ting som jeg også synes var utrolig fint. Og det var jo egentlig noe jeg håpet på skulle skje. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

Elevene var tydelig stolte over produktet sitt. I presentasjonen til Gruppe 2 viste de video av sin turbin testkjørt med industrivifte, og forklarte hvorfor deres vindmølle fungerte bedre enn andre grupper. «Design er veldig viktig for at den skal fungere», sa Vetle, og Vidar presiserte at vingedesign og friksjon var de to viktigste suksesskriteriene. Elevene fortalte videre:

Viggo: Det som viste seg var at de [turbinvingene] vi hadde tegnet på frihånd, de funka faktisk bedre enn de der [vingene som ble designet i henhold til optimaliseringsverktøyet fra NTNU]. [...]

Vidar: De skulle være skikkelig mye bedre, men de var jo alt for smale. [...]

Vetle: Det var veldig sånn greit resultat, da, i forhold til mange andre... mange andre vindmøller. Vi er ganske fornøyde, er vi ikke det?

Vidar: Ja

Viggo: Kjempefornøyde

(Elevpresentasjon Gruppe 2, Vindmølleuka)

I deltakelsesmatrisen omfatter handlingsdomenet aktivitetsformene *vilje*, *samhandling* og *bevisst øving* (se Tabell 16 ovenfor).

*Vilje* ble øvet i rikt mann gjennom gruppenes stort sett selvdrivne arbeid med de fjorten oppgavene, uka til ende. Elevene måtte utvise både skjønn og selvdisciplin med hensyn til presisjon og med hensyn til disponering av tid og materialer. De måtte også være tålmodige; vente på tur for å få tilgang til maskiner og utstyr, og lytte konsentrert til innledninger og foredrag innimellom arbeidsøktene.

*Samhandlingen* fungerte godt i de fleste gruppene. Elevene skulle i fellesskap løse en lang rekke oppgaver. De ba hverandre om hjelp, og diskuterte seg frem til best mulig løsninger. De hadde ulike roller, og i hvert fall i enkelte situasjoner opplevde de nok at de utfylte hverandre på en konstruktiv måte.

*Bevisst øving* handler om å jobbe dedikert for å perfektionere ferdigheter. I Vindmølleuka måtte elevene beherske ulike typer verktøy og redskaper, og de arbeidet med forskjellige materialer. Her krevdes stamina og standhaftighet. Det forelå ingen detaljert byggeanvisning for vindmøllene, så elevene måtte prøve seg frem, og lære av hverandre. De lagde to ulike versjoner av turbinen, og vurderte hvilken versjon som hadde høyest virkningsgrad. Videre gikk gruppesjeffunksjonen på rundgang, så alle fikk prøvd seg og de lærte av hverandre.

### 9.3 Vindmølleuka som læringsrom

#### 9.3.1 Rom og deltakelse sett i sammenheng

Ble potensialet i Energilaboratoriets verksted utnyttet optimalt som læringsarena? Vel, jeg kunne nok gitt elevene enda mer frihet til å prøve seg frem med egne praktiske løsninger underveis, og slik skapt større rom for undring – jamfør den didaktiske forskningen knyttet til utforskende arbeidsmetoder (Abd-El-Khalick et al., 2004; R. Anderson, D., 2007; Bjonness et al., 2011; Kolstø & Knain, 2011). Undringen kunne videre vært rettet mot dilemmaene knyttet til bærekraft, forbruk og økonomisk vekst, og slik utnyttet mer av potensialet i rollespillet – men disse elementene kunne man også ha flyttet til et etterarbeid.

Jeg ser at undervisningsopplegget bærer preg av å være noe overlesset, men jeg føler meg likevel trygg på at læringsrommet som ble utviklet med utgangspunkt i denne læringsarenaen gjorde et sterkt inntrykk på så godt som samtlige elever.

I Tabell 17 nedenfor har jeg laget en sammenstilling av deltakelsesanalysen fra Vindmølleuka. Der fremgår det at elevene gjennom uka ble engasjert til deltakelse innen alle de fem deltakelsesdomenene, men sterkest innenfor det emosjonelle og det praktisk handlende.

Når jeg har brukt matrisen på hver av de fire enkeltsituasjonene jeg beskrev i kapittel 8.1.3, finner jeg følgende fordeling av aktivitetsformene:

1. Rolleutøvelse

- Persepsjon: (ikke involvert)
- Kognisjon: Tenkning + Perspektivering + (Kri-

tisk refleksjon)

- Emosjon: Innlevelse + (Selvfølelse)
- Sosialisering: Aksept + Samspill + (Tilhørighet)
- Handling: (ikke involvert)

2. Byggebonanza

- Persepsjon: iakttagelse
- Kognisjon: Tenkning
- Emosjon: Selvfølelse
- Sosialisering: Aksept + Samspill + (Tilhørighet)
- Handling: Vilje + Samarbeid + Bevisst øving

3. Forelesninger

- Persepsjon: iakttagelse
- Kognisjon: Tenkning + Perspektivering
- Emosjon: (Selvfølelse)
- Sosialisering: (ikke involvert)
- Handling: Vilje + Bevisst øving

4. Presentasjoner

Tabell 17. Oppsummerende gjennomgang av aktivitetsformene som var i spill gjennom Vindmølleuka.

		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving



- Persepsjon: Formidling
- Kognisjon: (Kritisk refleksjon)
- Emosjon: Følelse + (Selvfølelse)
- Sosialisering: Samspill + (Tilhørighet)
- Handling: Vilje + Samarbeid + (Bevisst øving)

Lagt sammen vil disse fire situasjonene utfylle deltakelsesmatrisen på omtrent samme måte som det helhetlige undervisningsopplegget (se Tabell 18), men situasjonene er ganske forskjellige med tanke på hvilke deltakelsesformer som er sterkest involvert.

De fire enkeltsituasjonene markerer som sagt ytterpunkter i hvordan verkstedet ble brukt som læringsrom – og de er følgelig plassert spredt utover læringsromdiagrammet. Men mesteparten av tiden i verkstedet befant elevene seg i nedre høyre kvadrant av diagrammet – altså i et åpent og autentisk rom.

At verkstedets åpne autenticitet stimulerer til handling, er ikke særlig overraskende. Mer iøynefallende er det at settingen inviterer til så sterk emosjonell deltakelse. Dette skyldes nok ikke verkstedlokalene alene, men det at de skulle jobbe med å finne virkelige praktiske løsninger i kjølvannet av det eksistensielle alvor fra historien til William Kamkwamba og gjennomgangen av klodens bærekraftsutfordringer. I dette ser man også verdien av vekslingen mellom åpne og det lukkede; de mer lukkede forelesningssekvensene (det jeg kalte klasseromsmodus) gav dybde og meningsfylde til det friere gruppearbeidet som fulgte (det jeg kalte verkstedsmodus). Vekslingen mellom disse to modiene var en grunnleggende rytmen gjennom uka. Dette er, som jeg var inne på i kapittel 2.3, i samsvar med anbefalingene til Bjønness og hennes kolleger (Bjønness, 2014;

Bjønness, Johansen, & Byhring, 2011). De foreslår imidlertid at undervisningsopplegget avsluttes med en lærerstyrt fase, for å ramme inn det hele. Det skulle jeg gjerne hatt tid til her også, men både lærerne og Kirsti (ved elevgruppeintervjuet) hadde debriefingsamtaler med elevene i etterkant.

### 9.3.2 Oppnåelse av læringsmål

Heller ikke her ble det gjennomført noen ordentlig test av sluttkompetanse. Vurderingen av elevenes måloppnåelse baserer seg derfor på mine og Kirstis observasjoner fra uka, elevenes presentasjoner og deres egne utsagn i Kirstis elevintervju og spørreskjema, samt lærernes vurderinger (slik de ble rapportert i lærerintervjuet).

Læringsmålene presenterte jeg i kapittel 7.2.1. I vurderingen konkluderer jeg med kategoriene *høy*, *middels* og *lav måloppnåelse*, eller *ikke vurderingsgrunnlag* – som et slags kumulativt snitt for alle elevene jeg har hatt gjennom undervisningsopplegget.

1. *Fordele og fyller ulike ekspertroller i et gruppearbeid, og samarbeide om et felles prosjekt over flere dager.* Selve fordelingen gikk greit – vi trengte ikke gå inn og mekle i noen grupper. Samarbeidet var noe mer variabelt fra gruppe til gruppe – hos noen fungerte det godt, hos andre mindre godt. Men alle gruppene ble ferdige med både vindmølle og prosjektpresentasjon. Mest problematisk var, som jeg har vært inne på, journalistrollen – et par av journalistene ble nesten som tilskuere enkelte dager. Middels måloppnåelse.

2. *Samle inn, gjøre beregninger med og vurdere data knyttet til egen familjes energiforbruk per person per dag, og sammenlikne dette med normalforbruket i Norge og i utviklingsland.* Alle gruppene gjorde beregninger av energiforbruk per dag, men det var bare et par av dem som tok utgangspunkt i strømregninger og -målinger hjemmefra (brakte tabellverdier i stedet). Sammenligningen med forbruket i utviklingsland var bare tydelig fremme i en av presentasjonene. Middels/lav måloppnåelse.
3. *Gjøre rede for energibegrepet i fysisk forstand, og hva som menes med begrepet energikvalitet.* Poenget med energikvalitet var ikke noe eksplisitt tema i noen av presentasjonene, men de fleste hadde med begreper som virkningsgrad og friksjon. Middels måloppnåelse.
4. *Problematisere og diskutere hva som er et bærekraftig elektrisitetsforbruk.* Dette var et hovedtema i prosjektarbeidet, og tydelig oppe i alle presentasjonene. Høy måloppnåelse.
5. *Vurdere innvirkningen varierende meteorologiske forhold har for muligheten for såkalt off grid living (å leve uten elektrisitetsforsyning).* Det var utdelte meteorologiske data gruppene la til grunn da de bestemte seg for hvilken by til ville bosette seg i. De fleste hadde også med dette som et tema i presentasjonen. Middels/høy måloppnåelse.
6. *Med enkle materialer bygge en vindturbin (vingeradius 45 cm) med tårn.* Alle gruppene greide dette. Høy måloppnåelse.
7. *Forklare hvordan en elektromagnet fungerer, og hvordan en generator produserer strøm.* Alle gjennomførte laboratorieøvingen med elektromagnet, og elektroingeniørene hadde fått i oppgave å sette seg inn i og forklare de andre i gruppen hvordan generatoren produserer strøm. Dette ble ikke skikkelig tematisert i noen av presentasjonene, men da jeg gikk rundt i gruppene var elektroingeniørene stort sett ganske flinke til å forklare hvordan en AC-motor og en generator fungerer. Middels måloppnåelse.
8. *Bruke multimeter til å måle strøm og spenning fra en vindturbin i drift, og beregne effekten.* Alle gruppene greide å gjennomføre disse målingene, men noen slet med beregningene. Middels måloppnåelse.
9. *Vurdere hvordan ulik turbindesign og varierende antall turbinvinger påvirker ytelsen til en selvbygd vindturbin.* Dette var oppe som et tema i alle presentasjonene, og det var til tider imponerende å høre hvor gode refleksjoner og vurderinger de gjorde. Høy måloppnåelse.
10. *Beregne teoretisk maksimaleffekt for en vindturbin, med utgangspunkt i en oppgitt vindhastighet.* Alle gruppene greide omsider dette – dog med noe assistanse. Middels/høy måloppnåelse.
11. *Beregne virkningsgrad for en vindturbin, og vurdere hvilke faktorer som bidrar til å redusere virkningsgraden.* De fleste hadde dette som et tema i presentasjonene sine, selv om

ikke alle beregnet noen prosentverdi. Middels/høy måloppnåelse.

12. *Gjøre overslagsberegninger og vurdere hvor mange selvbygde vindturbiner gruppen ville trenge for å bli selvforsynte med elektrisitet.* Dette var et viktig tema for gruppearbeidet, men i flere av presentasjonene hadde de åpenbart regnet feil her. Middels måloppnåelse.
13. *Dokumentere gruppens arbeid gjennom uka, og formidle resultat og konklusjoner til et publikum.* Gruppepresentasjonene var av varierende kvalitet, og det samme kan sies om journalistenes arbeid. Et par av presentasjonene var likevel imponerende gode. Middels/lav måloppnåelse.

Jeg konkluderer altså med høy eller middels måloppnåelse på elleve av de tretten læringsmålene. Høyest måloppnåelse fikk vi på de læringsmålene som knyttet seg til det konkrete konstruksjonsarbeidet, og til det overordnede spørsmålet om bærekraftig elektrisitetsforbruk.

Jeg ser at det autentiske læringsrommet egner seg meget godt når man over tid skal holde fokus på prosjektarbeid relatert til dette rommet. Elevene bør tidlig ansvarliggjøres og få frihet til å mestre rommet. Men det er også nødvendig å legge inn faser med «klasseromsmodus» som støttestruktur, for å sørge for fokus, dynamikk og fremdrift. Selv om jeg ser muligheter for å videreutvikle og forbedre Vindmølleuka, vil jeg alt i alt si at undervisningsopplegget og bruken av verkstedet som læringsarena var vellykket.

### 9.3.3 Læring i verkstedet

Verkstedet som læringsrom innbyr til skapende aktivitet, og en følelse av å tilhøre en verden av håndfaste realiteter. De situasjonene jeg har beskrevet ovenfor utspenner stor variasjonsbredde, og viser derved at dette er et læringsrom som kan være egnet til å berøre og inspirere mange ulike elevgrupper til deltakelse og læringsarbeid.

Deltakelsesanalysen viser da også at elevene som gruppe har spilt på et rikt register gjennom uka. I Verkstedet er det naturlig å ta utgangspunkt i den handlende deltakelsen, og la aktivitetsformene fra de andre deltakelsesdomenene vokse ut av dette. Ettersom jeg hadde lagt opp til gruppearbeid, ble sosial og handlende deltakelse naturlig integrert. Rollespillets rammehistorie omkring vindmøllebyggingen, bidro til å løfte elevenes emosjonelle deltakelse, mens listen med de ulike problemene utfordret dem kognitivt.

For noen, et par av jentene for eksempel, ble denne uka først og fremst en bekreftelse av fordommer om at realfag er teknisk, vanskelig og dessuten befengt med oljeflekker og sagmugg. Dessverre. For disse elevene fungerte nok ikke læringsrommets verkstedestetikk som motiverende og læringsfremmende, men snarere fremmedgjørende. For andre var det helt tydelig at uka i verkstedet ble et forløringspunkt i deres forhold til realfagene. Flere har gitt tilbakemeldinger om at det er noe av det mest spennende de har vært med på i skolesammenheng, og noen av disse har mistrivdes og til dels mislyktes innenfor skolens ordinære undervisningstilbud. Min ambisjon var at Vindmølleuka skulle gi dem inspirasjon og pågangsmot i møte med den videre

skolegangen, yrkeslivet og klodens bærekraftsutfordringer.

Når en av elevene skriver «det er vanskelig for en liten person å forandre en hel verden» i nettevalueringa, og opplever det å gjøre verden mer bærekraftig som don Quijotes kamp mot vindmøller, kan det betraktes som et uttrykk for jordnær Sancho Panza-realisme i møte med quijotsk aktivistsvermeri (Cervantes Saavedra, 1605/1978). Problemet er bare at veien er kort fra en slik kommentar til «vi gidder ikke mer»-kynisme og *learned hopelessness*. Derfor har jeg ønsket, og jeg mener dette er svært viktig, å være påståelig på at vi alle kan gjøre en forskjell.

Jeg skulle gjerne ha jobbet mer med rammene rundt Vindmølleuka, sammen med skolen og de involverte lærerne. Ideelt sett burde uka kommet som ett ledd i et sammenhengende undervisningsopplegg – med forberedende aktiviteter som ledet frem mot uka, og strukturert bearbeiding og videreutvikling av erfaringene fra uka i etterkant. Dette ville uten tvil fordypet elevenes deltakelse og styrket læringsutbyttet.

Vindmølleuka var en læringsarena som så ut til å fungere ekstra godt for elever som ikke vanligvis fungerte så godt i klasseromsettingen. Elevene hadde jo søkt om å få være med på uka, og ett av utvalgskriteriene var hvilket utbytte lærerne mente søkeren ville ha av å være med. Lærer I fortalte i lærerintervjuet hvordan hun hadde tenkt i forhold til en av guttene:

Lærer I: Det var helt sikkert at han skulle være der... Han synes det er så interessant. Ikke sant – dere så jo hvordan det gikk, han plukker og styrer og... men for ham var det himmelrik den uka der. Så han var

helt selvsagt – han skal ha, uansett... han måtte komme presis hver dag i seks uker for å få bli med – og det gjorde han, og det klarte han (og det er et veldig stort problem ellers). Så det sier noe om hvor viktig det var for ham.

Kirsti: Mmm... ganske imponerende å se ham på presentasjonene etterpå også... jeg har jo video av det.

Lærer I: Ja. Det er veldig imponerende. Det er en gutt som [...] har store samarbeidsproblemer, og det å samarbeide om en framføring, det er kjempevanskelig. Og da å gjennomføre framføringen det er enda vanskeligere – jeg tror nesten aldri han har hatt en ordentlig framføring før... Så det er veldig imponerende.

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

Denne eleven trivdes åpenbart med de praktiske utfordringene han møtte på Energilaben, og han utviklet seg tydeligvis i forhold til generelle læringsmål knyttet til det å kunne holde en presentasjon og samarbeide med andre. Hvorvidt han nådde alle læringsmålene for uka målte vi ikke, men jeg tror faktisk han ville skåret ganske bra hvis vi hadde gjennomført en prøve.

Likevel – deler av det jeg gjennomgikk lå langt utenfor læreplanen og pensum for ungdomsskolen, og i lærerintervjuet tok jeg som jeg har vært inne på selvkritikk for at jeg hadde overvurdert elevene. Men både lærerne og Kirsti sa altså at de i grunnen syntes det var bra. Kirsti formulerte seg slik:

Kirsti: [Dette er] tilpasset opplæring for de sterke... de sterkeste elevene, samtidig som praktikerne får lov til å sprudle på sin måte... [...] De fleste har fått sprudle på en eller annen måte. (Lærerintervju, Vindmølleuka)

For elevgruppen samlet har vi jo heller ikke målt læringsutbytte, men lærerne kunne svare ganske konkret da Kirsti spurte dem hva de mente var det viktigste læringsutbyttet elevene fikk med seg fra uka:

Kirsti: Men hva er det viktigste dere føler at elevene lærte i løpet av den uka?

Lærer 1: Nei, jeg synes jo... det blir jo et referansepunkt for... hva vil det si å jobbe intenst og målrettet – altså... de er kjempefornøyde. Når jeg snakket med dem så... jeg tror de tør å si til meg hvis ikke de er fornøyde, men de syntes det var veldig gøy

Lærer 2: Ja

Kirsti: Mmm

Lærer 1: Og det er liksom... de jobba så intenst, det å oppleve virkelig intenst arbeid over seks timer – sånn som på den tirsdagen – det er utrolig viktig læring, tenker jeg. [...] Altså, erfaring med... ja... oppslukende arbeid.

(Lærereintervju, Vindmølleuka)

Dette – *erfaring med oppslukende arbeid* – er ikke et moment som det er så lett å tenke seg at vi skulle klart å legge inn som et læringsmål i forkant av uka. Men jeg er jo enig med Lærer 1 – dette *er* viktig læring. Og det det er en type læringsmål som vi nok befatter oss med i for liten grad i skolen i dag – affektive læringsmål (jamfør Alsop & Watts, 2003; Reiss, 2005; Wellington, 2005). Det handler om hva jeg i kapittel 3 omtaler som dannelses-idealer, og at elevene gjennom utdanningen skal erverve seg tro på og håp for seg selv og en bærekraftig utvikling.

Dersom elevene kan få oppleve at det de lærer på skolen gjør dem i stand til å forandre og forbedre det samfunnet de lever i og skal virke i som voksne, vil de fylles

av en kraft som rommer alle former for deltakelse og de vil suge til seg kunnskap som kan styrke dem i dette korstoget. I nettspørreskjemaet som elevene fylte ut etter Vindmølleuka, skrev en av elevene:

Elev: Jeg har lært mye som kan komme til stor nytte for å vite hvordan ting henger sammen, men jeg føler allikevel at den sterkeste kilden til å få meg til å tenke mer bærekraftig er inspirasjon(en), som dette prosjektet har gitt meg rikelig av. (Nettspørreskjema, Vindmølleuka)

Hva i Vindmølleuka som ansporet denne inspirasjonen er det ikke så godt å lese av kommentaren, men trolig er det en sum av flere faktorer hvor den mellommenneskelige (sosiale) komponenten er vesentlig. Det er mennesker som inspirerer oss. Undervisningsopplegg som skal inspirere må derfor legge opp til betydningsfulle *møter* mellom mennesker – om det nå er mellom eleven og en person som hentes inn utenfra (som William Kamkwamba, via video), med medelever eller med en lærer.

Da Kirsti i elevintervjuet spurte elevene hva de hadde lært, var det flere som henviste til videoen om William Kamkwamba – både som bilde på verdens urettferdighet og som inspirasjon og håp for fremtida. I spørreundersøkelsen var det en av elevene som svarte følgende på spørsmålet «Hvordan ønsker du verden skal være når du blir voksen?»:

Elev: Jeg ønsker [...] at de som jobber hardt og setter seg mål skal oppnå de målene som de jobber hardt [for], uansett bakgrunn. Han afrikaneren i Afrika er et godt eksempel på de som setter seg mål og jobber deretter. (Nettspørreskjema, Vindmølleuka)

Har jeg så, som agiterende aksjonist, lyktes i å inspirere elevene til å ville redde verden? Dette er selvsagt vanskelig å måle, og selv om mange av elevene uttrykker både engasjement og begeistring er det også flere som ikke er så opptatt av disse spørsmålene. På spørreskjemapunktet ovenfor var det for eksempel én elev som, med tydelig ironi, svarte: «Jeg vil at [verden] skal bli mer miljøvennlig, men jeg vil ikke at det skal gå ut-over moroa» (ibid). En annen skriver «Det er vanskelig for en liten person å forandre en hel verden» (ibid). Men så har jeg jo også referert eleven som skriver at han fikk «rikelig» med inspirasjon fra denne uka til å «tenke mer bærekraftig». Andre kommentarer var «Jeg visste at man sparte strøm ved å gjøre små ting, men ble overrasket over hvor store følger de fikk [...] – hvis man konser om seg selv gjør man en stor jobb», og «Nydelig – håper andre elever får gjøre dette!» (Nettspørreskjema, Vindmølleuka).

Lærer 2 kunne dessuten fortelle at elevenes økte bevissthet omkring elektrisitetsforbruk også gjorde seg

gjeldende i klasseromshverdagen, med kommentarer som: «Husk å slå av lyset, ellers trenger vi flere vindmøller!» (Lærerintervju, Vindmølleuka).

Den løypa elevene tilbakelegger i løpet av Vindmølleuka kan synes å gå i ring inne i verkstedetlokalet. Men jeg håper, og har hatt som ambisjon, at uka skal ha bragt elevene ut i verden, og inn i sin tid. Og med enkelte av elevene opplever jeg virkelig at jeg lyktes. Men også for de av elevene som ikke omtaler uka i like panegyriske ordelag tror jeg disse dagene de tilbragte i Energilaboratoriets verksted har satt spor. Jeg håper og tror at de i år fremover vil huske tilbake på brokker av gruppeutfordringer, stemningen av oppglødd konsentrasjon over vingeprofiler, og en fornemmelse av å bli tatt på alvor – når de kommer borti situasjoner som de assosierer med vindmøller og bærekraftig utvikling.

## 10. Drøfting og konklusjoner

Jeg vil i dette kapittelet avslutte avhandlingens fjerde del med å sammenfatte og sammenligne analysene av de to casene mine. Jeg tar utgangspunkt i Planleggings-spørsmålene (som jeg viste til i kapitlene 6.2.3 og 7.2.3 om rasjonalene bak undervisningsoppleggene), læringsmålene, samt verktøyene jeg har brukt i analysen – Deltakelsesmatrisen og Læringsromdiagrammet. Jeg vil søke å gi merkelappene Verkstedet og Teateret et mer eksplisitt innhold, og oppsummere mine funn knyttet til læringsprosessen på disse to læringsarenaene. Avslutningsvis forbinder jeg casene mine med det åpenbaringsbegrepet jeg presenterte i kapittel 3.7, og peker på hvordan casene kan ha bidratt til transformativ læring – som *åpenbaringsrom*. Jeg oppsummerer i kapittel 10.4 med en gjennomgang av hvilke svar prosjektet har gitt forskningsspørsmålet mitt.

### 10.1 De to casenes svar på planleggingsspørsmålene

I presentasjon av rasjonalene bak casene mine anførte jeg fire spørsmål som jeg mener bør stilles tidlig i planleggingen av deltakelsesorienterte undervisningsopplegg. Spørsmålene var altså:

- *Hvilken **ansats og angrepsvinkel** skal jeg velge for temaet?*
- *Hvilke **motiv** har jeg for undervisningsopplegget?*
- *Hvilke **berøringsflater** skal elevene få med lærestoffet?*
- *Hvilke **bearbeidingsstrategier** skal jeg velge?*

Som regel vil ikke svarene på disse spørsmålene, og heller ikke spørsmålene selv, bli gitt eksplisitt overfor elevene. Dette er verktøy i lærerens planleggingsarbeid, og som så mye annet håndverk er også undervisningshåndverket på sitt ypperste når det ferdige produktet ikke viser spor etter verktøyet som er brukt. Elevene skal oppleve undervisningen – ikke lærerens planleggingsarbeid. Når det gjelder læringsmålene forholder det seg litt annerledes. Som jeg poengterte i kapittel 3, kan det i mange sammenhenger argumenteres for at elevene bør forevises hva det er de skal lære i løpet av en undervisningsøkt – for slik å kunne forholde seg mer aktivt til sitt eget læringsarbeid og i større grad kjenne eierskap til prosessen. I tabellen nedenfor (Tabell 19) har jeg sammenlignet rasjonalene bak hver case, ved å sammenstille «svarene» på disse planleggingsspørsmålene.

Niendeklassinger er, i likhet med oss andre, opptatt av seg selv og sin plass i verden. *Ansats og angrepsvinkel* i begge de to casene har nettopp dette som utgangspunkt – selv om uttrykket blir ganske forskjellig. Mens Vindmølleuka selges inn som en uegennyttig idealistisk øvelse, kan Mind Gap-undervisningen synes å appellere mer til navlebeskuende hedonisme. Sett fra et psykologisk perspektiv er imidlertid ikke Vindmølleukas «Redd Verden-altruisme» så veldig mye mindre selvsentrert enn Mind Gaps «Hva skjer inni meg-egoisme». I begge tilfeller handler det om å definere og forstå seg selv. Elevsentrert undervisning bør da også ta utgangspunkt i eleven selv – på den ene eller den andre måten. I både

Tabell 18. Rasjonalene bak de to casene, representert deres «svar» på planleggingsspørsmålene.

	VINDMØLLEUKA	MIND GAP
<b>Ansats og angrepsvinkel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan jeg gjøre en forskjell i verden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hva skjer i kroppen min når jeg er forelska?</li> </ul>
<b>Motiv</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mestringsopplevelser og optimistisk handlekraft («empowerment»).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fascinasjon for menneskets kapasitet.</li> <li>• Forståelse og respekt for egne og andres reaksjoner og følelser (empati).</li> </ul>
<b>Berøringsflater</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videoglimt fra ulike verdener.</li> <li>• Rollespill uten manus.</li> <li>• Forelesninger og faktaark.</li> <li>• Teoretisk og praktisk problemløsning i verkstedet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rollespill med manus.</li> <li>• Faktaark.</li> <li>• Vandrende fortelling gjennom «kunstinstallasjonen» på museet.</li> <li>• Videoglimt fra ulike verdener.</li> </ul>
<b>Bearbeidingsstrategier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskusjoner i grupper og plenum underveis.</li> <li>• Gruppevis utarbeiding og framføring av prosjektpresentasjon.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dialog underveis og i forkant av etterarbeidet.</li> <li>• Individuell refleksjon med kreativt uttrykk.</li> </ul>

Vindmølleuka og Mind Gap opplevde jeg at dette fungerte godt. Samtidig gir ansatsen tematisk retning til hele undervisningsopplegget. Selve Mind Gap-utstillingen handlet riktig nok om hjernen, og ikke forelskelse. Men denne åpningen gav omvisningen og undervisningsopplegget en vinkling i retning av å nysgjerrig stille spørsmål ved hvordan kroppen og hjernen vår fungerer i møte med ulike opplevelser. For Vindmølleukas del gav den politiske innfallsvinkelen dybde til det påfølgende praktiske verkstedarbeidet og de fysikkfaglige utlegningene.

*Motivet* relaterer seg til de bakenforliggende dannelses mål som undervisningsopplegget sikter mot – det som motiverer undervisningen. Dannelses mål har, som jeg også var inne på i kapittel 3, det til felles at de ikke

på noe tidspunkt kan sies å være innfridd, og de kan dermed være vanskelige operasjonalisere. Men som retningsgivende vurderingskriterier underveis i prosessen fungerer de likevel greit. Formuleringene i tabellen nedenfor er dessuten av det mer konkrete slaget, og sikter til overordnede opplevelser som elevene kan komme til underveis i undervisningen – men som likevel alltid kan videreutvikles. Når vi sammenligner motivene kan det synes som Mind Gap er noe mer kollektivt og sosialt orientert enn Vindmølleuka, med fokus på empati og Mennesket. Men motivet i Vindmølleuka relaterer seg til en praktisk verkstedssetting hvor elevene skulle arbeide sammen i grupper for å nå et felles mål – altså har også dette motivet en fellesskapsorientert innretning. UBU-perspektivet, med blant annet sammenlig-



ningen av levestandard i Norge og Malawi, innebærer dessuten et empatifokus også i Vindmølleuka.

Men de to undervisningsoppleggene var didaktisk sett ganske ulike, og dette kommer til uttrykk gjennom de *berøringsflatene* som elevene fikk med lærestoffet. I Vindmølleuka hadde vi hovedfokus på mer eller mindre praktiske aktiviteter i verkstedet, mens Mind Gap-undervisningen var sentrert rundt omvisning i noe som må kunne kalles en diger, teatralisk kunstinstallasjon. Samtidig er det flere fellestrekk mellom de undervisningsmetodiske grepene i de to casene; i både Vindmølleuka og Mind Gap brukte jeg elementer av rollespill, forelesninger og faktaark, og snutter av videofilm forekom også begge steder (Dag 1 i Vindmølleuka og i Mind Gaps skog-rom). Disse hadde likevel ulike funksjoner i de to undervisningsoppleggene: I Mind Gap var rollespillet en litt eggende «*teaser*» (med ferdigskrevet manus) i forkant av museumsbesøket, mens rollespillet i verkstedet (hvor elevene selv langt på vei definerte manus) var mer av en bærende struktur gjennom hele uka. Videosnittene i Mind Gap, hvor forskere og pasienter fortalte om hjernesykdommer og hjerneforskning, var ett av mange elementer midt inne i utstillinga på Teknisk Museum; videosnittene i Vindmølleuka, med William Kamkwamba og «Vi gidder ikke mer»-gutta fra Hakadal, viste jeg helt på begynnelsen av Dag 1 i verkstedet, som direkte henvisning til ukas ansats og motiv.

*Bearbeidingsstrategiene* relaterer seg til de verktøyene elevene fikk mot slutten av undervisningsopplegget for å fordype og styrke læringsutbyttet. I begge casene munnet undervisningen ut i et produkt – i form av presentasjonene til Vindmølleelevene og Mind Gap-elevenes

plakater. Vindmøllegruppene produserte jo også hver sin *vindmølle*, men denne var mer et resultat enn et bearbeidingsinstrument. Både i Vindmølleuka og i Mind Gap var i tillegg dialogen underveis viktig for bearbeidningen. I verkstedet foregikk mesteparten av diskusjonen innad i gruppene, i tilknytning til arbeidet med gruppeutfordringene, mens den bearbeidende dialogen i Mind Gap stort sett foregikk i plenum. Det at Vindmølleuka ikke omfattet et etterarbeid på skolen, medfører at Vindmølleelevene nok fikk mindre hjelp til å bearbeide sine opplevelser og sine læringserfaringer enn det Mind Gap-elevenene fikk.

De to undervisningsoppleggene med læringsrommene de manifesterte seg i, er på mange måter svært ulike. At de likevel, som denne gjennomgangen viser, har en del fellestrekk, knytter seg blant annet til at de begge har som mål å fremme deltakelse og involvering. Planleggingsspørsmålene har en viktig funksjon ved å gi undervisningen retning og fokus, og viktige nyanser i svarene kan bidra til å forme unike læringsrom og læringsopplevelser for elevene.

## 10.2 Læringsprosessen i teateret, og læringsprosessen i verkstedet

Man excels in complexity and minuteness of differentiations. [...] Space thus becomes something more than a void in which to roam about, dotted here and there with dangerous things and things that satisfy the appetite. It becomes a comprehensive and enclosed scene within which are ordered the multiplicity of doings and undergoings in which man engages. (Dewey, 1934/2005, s. 23)

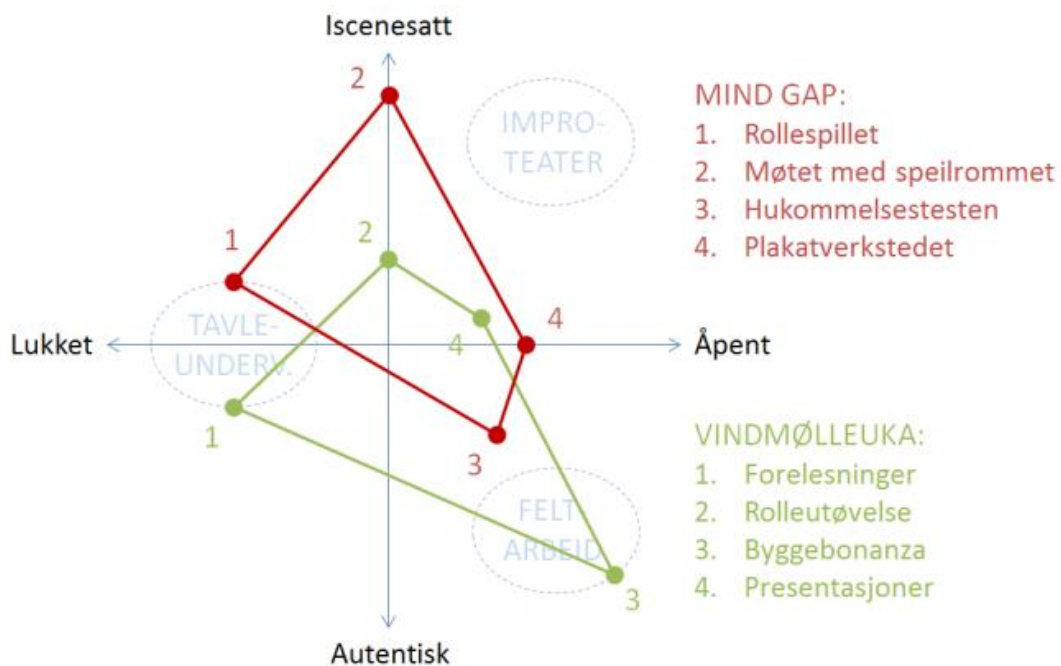
## 10.2.1 Løypas dramaturgi

Jeg valgte altså Mind Gap og Vindmølleuka som caser til studien min fordi de representerer to svært ulike læringsrom. Mens Mind Gap – *Teateret* – er et sterkt iscenesatt læringsrom med sanselige stimuli som er egnet til å berøre elevene eksistensielt, er Vindmølleuka – *Verkstedet* – et læringsrom som stimulerer elevene til å arbeide med intensitet og utholdenhet i en autentisk og tydelig praktisk problemløsningskontekst. Nå var det riktig nok flere islett av iscenesettelse i Vindmølleuka (rolleutøvelsen og selvbergingsprosjektet) og ditto autentiske elementer i Mind Gap (hjerner på sprit og diverse museumsartefakter). Men dersom vi ser på læringsromdiagrammet nedenfor (Figur 8) med situasjonene fra begge de to casene innskrevet, ser vi at de til tross for store variasjoner i hver case samlet sett plasserer seg tydelig mot hver sin ende av den vertikale

aksen.

Mens diagrammets vertikale akse for en stor del avhenger hvilket sted undervisningen utspiller seg – altså det fysiske rommet – er den horisontale akse i større grad avhengig av hvordan rommet brukes. Vi ser av figuren at Vindmølleuka har noe større horisontal spredning enn Mind Gap – først og fremst takket være «byggebonanzaen» på ettermiddagen Dag 2 og Dag 3, som utgjør punktet nede til høyre (grønt punkt nummer 3). Bortsett fra denne svært åpne situasjonen, plasserer faktisk de to casene seg veldig likt i forhold til åpent/lukket-skalaen. Det horisontale spennet i bildet av begge casene indikerer at undervisningsoppleggene var varierte, med veksling mellom ulike nivåer av støttestruktur og selvstendighet.

Når jeg studerer hvordan undervisningen i de to casene forløp, ser jeg at de situasjonene hvor elevene deltok



Figur 8. Resultatene av rombruksanalysen fra Vindmølleuka og Mind Gap.

sterkest – med størst grad av egenbevegelse – ofte var foranlediget av en økt med ganske stram struktur. Byggebonanzaen i Vindmølleuka kom for eksempel etter at vi både tirsdagen og onsdagen hadde startet med tavleundervisning og teorigjennomgang. De livlige samtalenes i Mind Gap-utstillingens speilrom etterfulgte langsomme minutter i konsentrert, nærmest høytidelig stillhet i den trange, mørke slusa. Før hukommelsestesten og den frie vandringen i trerommet, hadde elevene sittet på gulvet foran akvariene i over ti minutter og hørt på omviseren. Dette er bare noen eksempler fra datamaterialet mitt på at når lukkede, strengt styrte læringsrom brukes som inngang til åpne læringsrom med mange frihetsgrader, stimuleres elevene til ekstra sterk deltakelse (*fading scaffolding*). Strikken strekkes, og deltakelsespotensialet bygger seg opp. Birgitte Bjønness er inne på noe av det samme når hun forteller hvordan læreren i hennes casestudium vekslet mellom åpne utforskende sekvenser og konvergerende oppsummeringer:

The scaffolding provided tension and interplay between “structure and space” as a driving force for both exploration and direction for open inquiry. (Bjønness, 2014, s. 64)

Motsatt ser jeg at for eksempel Vitenskapsjournalistene i Vindmølleuka hadde *for* stor grad av frihet gjennom hele uka. Her ble det innledende strukturelementet for svakt; de ble ikke stilt tydelige nok krav til underveis, og ble da også sittende mer eller mindre på sidelinjen store deler av uka. Dette er fortsatt i tråd med Bjønness’ og kollegenes funn (Bjønness, Johansen, & Byhring, 2011). De understreker at elevene også i åpne

faser trenger støttestrukturer som sikrer fremdrift og fokus.

Den *løypas dramaturgi* som rekkefølgen på situasjonene i figuren ovenfor indikerer, innebærer også en dynamikk hvor både tempo og rytme er av betydning. Figuren viser at begge casene har en bevegelse fra det mer lukkede til det mer åpne fra start til slutt (Situasjon 1 til Situasjon 4). Riktig nok var det også mange andre sekvenser mellom disse situasjonene, som vekslet mellom å være åpne og lukkede, men overordnet sett vil det nesten alltid være behov for å starte med å etablere noen rammer for de aktivitetene som skal finne sted.

Samtidig må deltakelsespotensialene bygges opp over tid. En impuls må få tid til å virke; du kan bare «dytte på» over et begrenset tidsintervall før du er nødt til å slippe opp og la det oppbygde potensialet få utløp. Både i Vindmølleuka og i Mind Gap var det sekvenser der den strukturerende fasen ble unødvendig lang. Den konvergerende (lukkende) fasen kan gjerne være strengt strukturert, og den må vare lenge nok til at hele gruppa faller til ro i konsentrert fokus. Men den må avløses av mer åpne sekvenser før det mentale melkesyre nivået i gruppa begynner å stige (slik jeg opplevde onsdag formiddag i Vindmølleuka).

Når det gjelder dette med å ikke strekke strikken for langt, er også pausene et viktig element. For at ikke elevene skal bli for slitne, og miste fokus, må det legges inn pauser. Disse pausene kan plasseres bevisst for å bidra til løypas dramaturgi. Dewey skriver poetisk om pausenes funksjon som rytmisk element i produktive prosesser:

[Time] is an ordering of growth and maturations – [...] we learn to skate in summer after having commenced in winter. Time as organization in change is growth, and growth signifies that a varied series of change enters upon intervals of pause and rest; of completions that become the initial points of new processes of development. Like the soil, mind is fertilized while it lies fallow, until a new burst of bloom ensues. (Dewey, 1934/2005, s. 24)

Riktig bruk av pauser er et viktig dramaturgisk virkemiddel, og ved å bruke pausene bevisst kan man også forsterke elevenes læringsutbytte i en lærings situasjon. John Hattie (2009) påpeker betydningen av repetisjoner og oppsummeringer, og slike oppsummeringer kan gjerne komme etter en pause – både når pausen har vart i ti minutter og når pausen har strukket seg fra en dag til den neste. I Vindmølleuka passet jeg for eksempel på å starte hver dag med å repetere det vi hadde gjort og snakket om dagen før, og etterarbeidet i Mind Gap startet med en plenumsoppsummering.

### 10.2.2 Undervisningens ulike faser

Selv om de fire utvalgte situasjonene fra hver case ikke fullt ut gir et bilde av hele undervisningsopplegget, så gir de et inntrykk av bredden i undervisningen. Jeg ser også at de fire situasjonene representerer ulike faser i læringsprosessen. Undervisningsoppleggene kan grovt sett deles inn i fire faser:

1. Introduksjon
2. Tilnærming
3. Oppgaveløsning
4. Bearbeiding

Disse fasene (med nummerering i henhold til Figur 8 i kapittel 10.2.1 ovenfor) utgjør samlet en tydelig lineær helhet, fra start til slutt i undervisningsopplegget, men inngår selvsagt i en større læringsprosessuell sammenheng som ikke nødvendigvis er like lineær. (Lærerne indikerte i intervjuene at de ville bruke elevenes opplevelser som tilbakevendende referanser i den videre undervisningen, noe som vil innebære en mer spiralformet prosess.)

En kjerneutfordring i det didaktiske håndverket ligger i det å utvikle en *fasebevissthet* overfor både konkrete undervisningssituasjoner og helhetlige undervisningsopplegg. Men det er ikke bare disse situasjonene og fasene i seg selv som er viktige – måten overgangene mellom de ulike fasene skjer på er også av betydning. I noen tilfeller vil det være en fordel å markere overgangene fra en fase til den neste overfor elevene, som tydelig brudd i strømmen av undervisningselementer. Dette kan gi et lite pusterom og mulighet for å omstille seg foran neste fase – som da omviseren litt før elevene skulle gå inn i tre-rommet annonserte at de snart skulle komme inn i et nytt rom, der de skulle få testet hukommelsen sin. Andre ganger vil man ønske å få mest mulig flytende overganger mellom fasene. Ja, i noe monn vil man alltid måtte bygge bro mellom fasene i den forstand at elevene må bli forelagt sammenhengen mellom ett undervisningselement og det neste, men man kan for eksempel ønske å la Introduksjon gli over i Tilnærming som igjen glir over i Oppgaveløsning – slik det var under både forarbeidet og etterarbeidet til Mind Gap. Men dette vil forutsette at tidsspennet ikke er for langt. Hvis undervisningsopplegget strekker seg over

Tabell 19. Sammenligning av fasene i de to Mind Gap og Vindmølleuka.

Faser	1. Introduksjon	2. Tilnærming	3. Oppgaveløsning	4. Bearbeiding
Rombruk i Mind Gap	Lukket og Iscenesatt (Rollespill)	Nøytralt og Iscenesatt (Speilrommet)	Åpent og Autentisk (Hukommelsestesten)	Åpent og Ordinært (Plakatverkstedet)
Rombruk i Vindmølleuka	Lukket og Autentisk (Forelesning)	Nøytralt og Iscenesatt (Rolleutøvelse)	Åpent og Autentisk (Byggebonanza)	Åpent og Ordinært-Iscenesatt (Presentasjoner)
Fellestrekk i rombruken	<b>Lukket</b>	<b>Nøytralt og Iscenesatt</b>	<b>Åpent og Autentisk</b>	<b>Åpent og Ordinært</b>

flere timer, eller dager, vil det være nødvendig å legge inn brudd – blant annet for å tydeliggjøre fremdriften.

I både Vindmølleuka og Mind Gap var disse fasene ganske eksplisitte – for Mind Gaps del foregikk jo til og med fase 1 og 4 et helt annet sted (i klasserommet), og heller ikke på samme dag som selve omvisningen. Jeg opplevde at disse bruddene bidro til dynamikk og potensialutvikling i undervisningen, noe som styrket elevenes deltakelse.

Når jeg da tar utgangspunkt i undervisningsoppleggene og sammenligner fasene i de to casene, slik de er presentert i romdiagrammet gjengitt i Figur 8, slår det meg at firkantene som representerer de to casene er ganske like – de er bare litt forskjøvet vertikalt i forhold til hverandre. De fire fasene korresponderer godt mellom casene. I Tabell 19 ovenfor har jeg oppsummert fellestrekkene mellom fasene i de to casene.

Av tabellen (hvor midtpunktet på akse mellom åpen og lukket benevnes «nøytralt», og midtpunktet for akse mellom iscenesatt og autentisk benevnes «ordinært»)

ser man tydelig at begge undervisningsoppleggene starter med en lukket, strukturert introduksjon. I den påfølgende fasen får elevene nærme seg lærestoffet noe mer på egenhånd, i en iscenesatt setting. Oppgaveløsningen får foregå enda friere, i et læringsrom preget av autenticitet. I den siste fasen, når fokus skal være på bearbeiding, er læringsrommet mer ordinært (uten særpreg), men stadig ganske åpent med relativt stor grad av spillerom for elevene. Det fremgår ikke av tabellen, men på Figur 8 i kapittel 10.2.1 ser man at mens læringsrommet i Mind Gap ble åpnere og åpnere for hver fase, begrenset vi i Vindmølleuka spillerommet noe i den siste fasen, bearbeidingen. Birgitte Bjønness og kollegene hennes (2011, s. 148) anbefaler som nevnt i kapittel 2.3 at undervisningsøkter med fokus på utforskende arbeid bør åpnes og avsluttes med tydelige strukturerende grep fra læreren. Jeg vil samtidig understreke at det er viktig å både åpne og avslutte med aktiviteter som engasjerer elevene til deltakelse. Disse to anbefalingene er ikke i strid med hverandre – poeng-

et er bare at læreren bør være tydelig til stede i den innledende og den avsluttende fasen.

### 10.2.3 Ulike rom kan utfylle hverandre

Jeg har gitt de to casene mine tilnavnene *Verkstedet* og *Teateret*, for å tydeliggjøre at de representerer to ytterpunkter; læringsarenaer som på hver sin måte skiller seg både fra vanlig klasseromsundervisning og fra de læringsarenaene man pleier oppsøke gjennom ekskursjoner i naturfagundervisningen.

Verkstedet er altså en læringsarena som representerer autentisitet i praktisk anvendelse av realfagskompetanse. Dette skal imidlertid ikke (først og fremst) fremstå som et vitenskapelig laboratorium – på verkstedet foregår det en eller annen form for produksjon, og all aktivitet i verkstedet legitimeres med utgangspunkt i hvor relevant det er for produksjonen. Elevene må innordne seg kyndige personer med fagkompetanse, men får ansvar for, og frihet til, å skjønne ulike produksjonsoppgaver på egenhånd etter hvert som de har fått den nødvendige innføring. Dyder som verdsettes særlig i verkstedet er handlekraft, pålitelighet, nøyaktighet, kreativitet og samarbeidsevne.

Teateret representerer en læringsarena for iscenesettelse av realfagskompetanse og realfaglige emner. I teateret settes realfag inn i en estetisert helhet som er egnet til å pirre og utfordre både vår estetiske sans og våre faglige forståelsesrammer. Elevene bør være mer enn bare passive tilskuere; de bør (i mer eller mindre overført betydning) trekkes opp på scenen, gis klart definerte roller, og deres bidrag må gis rom som en del av helheten. Teaterets dyder omfatter oppmerksomhet,

nysgjerrighet, følsomhet, evne til improvisasjon og samspill.

For begge arenaer gjelder at ekskursjonen må settes inn i en undervisningsfaglig ramme, med forberedelser som tydeliggjør ekskursjonens relevans for elevene, og med etterarbeid som bearbeider erfaringene og utvikler dem til anker for realfaglig innsikt – gjerne innen flere ulike emneområder. Rommene representerer, i kraft av sin bruk og sine særtrekk, ulike mulighetsrom («*affordance spaces*») for læring (jmfør Achiam et al., 2006). Når dette bakes inn i helhetlige undervisningsopplegg, får vi to distinkte læringsrom, som involverer elevene på forskjellige måter innenfor de fem deltakelsesdomenene.

Tabell 20 (nedenfor) visualiserer hvordan de to casene mine trigget ulike deltakelsesdomener hos elevene. Tabellen viser Mind Gap som «topptung», mens Vindmølleuka har tyngdepunktet i bunnen av tabellen. Mind Gap stimulerte sterkest til kognitiv deltakelse; Vindmølleuka stimulerte sterkest til handlende deltakelse. Den egenbevegelsesformen som er mest involvert i Mind Gap, er oppmerksomhetsbevegelse, mens det er perspektivbevegelsen som kommer mest til uttrykk gjennom Vindmølleuka. Dette tolker jeg dithen at de virkemiddelspekke omgivelsene ble til kjerneelementet i læringsrommet til Mind Gap, mens det praktiske gruppearbeidet ble et kjerneelement i Vindmølleukas læringsrom.

Svein Magnussen, professoren i kognitiv psykologi som jeg intervjuet i forbindelse med Mind Gap-casen, var ikke særlig imponert over utstillingen. Han karakteriserte den altså som tivoliaktig, og var svært skeptisk til å

bruke Mind Gap som læringsarena, ettersom han mente elevene bare ville huske de ytre effektene. Magnussen overvar ikke selv hvordan utstillingen ble brukt i undervisningen, men dersom jeg skal tolke hans skepsis inn i

deltakelsesmatrisen min, vil jeg si at han uttrykker bekymring for at elevene distraheres og skremmes av scenografien, og at den perseptuelle og emosjonelle deltakelsen derved går utover den kognitive deltakelsen.

Tabell 20. Sammenstilt deltakelsesanalyse. Mørk skravering: full deltakelse, lys skravering: delvis deltakelse.

VINDMØLLEUKA		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

MIND GAP		Egenbevegelsesformer		
		Oppmerksomhetsbevegelse (jeg-verden)	Perspektivbevegelse (jeg-du)	Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	iakttagelse	formidling	sansebevissthet
	Kognisjon	tenkning	perspektivering	kritisk refleksjon
	Emosjon	følelse	innlevelse	selvfølelse
	Sosialisering	aksept	samspill	tilhørighet
	Handling	vilje	samarbeid	bevisst øving

Mine analyser tyder imidlertid på at det var den kognitive deltakelsen som fikk mest plass i Mind Gap-casen. Dette illustrerer igjen at læringsrommet er mer enn bare det fysiske rommet; uten undervisningsoppleggets øvrige elementer – med forarbeid, omvisning og etterarbeid – kan det godt hende at jeg ville kommet til samme konklusjon som Magnussen.

I kapittel 2.2 presenterte jeg Jessica Luke og Karen Knutsons (2010) sammenligning av naturfagene og kunstoffagene med tanke på hva som innenfor de to fagene betraktes som verdifullt læringsutbytte fra museumsbesøk til henholdsvis naturvitenskaplige museer og kunstmuseer. Ved naturvitenskaplige museer angir de momenter som å bli interessert/begeistret, styrke forståelse, utvikle identitet som naturviter og delta i praktiske aktiviteter. De tilsvarende punktene for kunstmuseer omfatter å fremme engasjement og evnen til kreativ tenkning, utvikle estetisk bevissthet, møte en arena for selutfoldelse, og å få hjelp til å utvikle fantasi, selvfølelse og selvbevissthet. Det er liten tvil om at det som anføres som læringsutbytte fra kunstmuseet ligger mye nærmere de selviakttagende aktivitetsformene – spesielt innenfor persepsjons- og emosjonsdomenene – i min deltakelsesmatrise enn læringsutbyttet fra det naturvitenskaplige museet. Luke og Knutson erkjenner at det kunstutdanning er mer fokus på personlig utvikling enn i realfagsutdanning, men understreker at «informal science experiences can contribute to youngsters' personal development, by enhancing their competence, confidence, and civic engagement» (ibid., s. 234).

Det er her på sin plass å igjen trekke frem det de svenske skoleforskerne Jonas Emanuelsson og Fritjof Sahlström kaller deltakelsens pris (Emanuelsson & Sahlström, 2008). Kunstutdanningens fokus på elevenes personlige utvikling går nødvendigvis – i hvert fall i noen grad – på bekostning av andre former for læringsutbytte. Emanuelsson og Sahlström peker på at det å drive med praktiske aktiviteter, samarbeidslæring og så videre, stjeler undervisningstid som ellers kunne vært brukt på lærerledet fordypende gjennomgang av faglige og teoretiske spørsmål. Og realfagslæring handler nødvendigvis for en stor del om teoretisk fordypning.

Dette peker altså på at deltakelse kan gå ut over tilegnelse, slik Anna Sfard (1998) også advarer mot. Men her kan man argumentere for at det er et spørsmål om hvilke deltakelsesdomener elevene involveres i, og hvilke støttestrukturer man har lagt inn for å sikre bearbeiding og konvergens mot læringsmål.

Et stykke på vei er det nok dette deltakelsens paradoks vi ser demonstrert i casene også, når «uttellingen» innenfor enkelte deltakelsesdomener i tabellen ovenfor, fortrenger andre. Mens Mind Gap stimulerte kognitiv og emosjonell deltakelse på bekostning av handling og sosialisering, var det i Vindmølleuka den handlende deltakelsen som i stor grad fortrenget perseptiv og delvis også kognitiv involvering.

Flere av lærerne, enkelte av elevene, og også Stine Kühle-Hansen, ga uttrykk for at de gjerne skulle sett mer hands-on-aktiviteter som del av Mind Gap-opplevelsen. Analysen gir dem også helt klart rett i at det var få innslag av handlende deltakelse i Mind Gap-casen.



Videre kunne den kognitive deltakelsen i Vindmølleuka blitt styrket med ganske enkle grep. At den perseptive deltakelsen i Vindmølleuka ikke fikk så mye plass, er kanskje ikke så rart. Selv om verkstedsomgivelsene utvilsomt gjorde inntrykk på elevene, ville det vært litt pussig om vi i undervisningen skulle gjort et eksplisitt poeng av hvordan det kjennes å berøre tototomfirebjelker og lukte på slipestøv.

Ingen av casene vier den sosiale deltakelsen spesiell oppmerksomhet. Dette kan kanskje sees på som en svakhet ved undervisningsoppleggene; det er i hvert fall et hensyn som man bør ta med i betraktningen når disse skal kombineres med andre undervisningsopplegg, slik at klassene over tid også får arbeidet med tilhørighet og selviakttagende sosialisering.

Jeg ser at det ikke noe mål at elevene skal være aktive innenfor alle deltakelsesdomener til enhver tid. Vindmølleuka og Mind Gap ble utviklet som meget ambisiøse undervisningsopplegg, og jeg la opp til å utfordre elevene til å delta på mange ulike måter. Etter å ha analysert elevenes deltakelse, tror jeg det kunne svart seg å spisse undervisningsoppleggene enda mer, for å utnytte de fortrinnene som læringsarenaen innbyr til. Tabell 20 ovenfor viste at Vindmølleuka best mobiliserte innenfor deltakelsesdomenene handling, sosialisering og emosjon, mens Mind Gap mobiliserte innenfor persepsjon, kognisjon og emosjon.

Det er nok ikke slik at ethvert læringsrom alltid skal romme alle former for deltakelse. Ulike læringsrom kan utfylle hverandre, og i til sammen aktivere alle deltakelsesdomenene hos elevene. Utfordringen blir da å kombinere ulike læringsrom mest mulig effektivt, slik at de

kan befrukte hverandre og skape gode læringsprosesser.

### 10.3 Åpenbaringer: Læring som situert transformasjon

#### 10.3.1 Egenbevegelsens fordypende linearitet

Når jeg ser på opptakene fra Mind Gap-utstillingen, filmet med elevenes hodekameraer, blir jeg slått av hvor mektig totalinntrykk omvisningen skaper. I det reviderte undervisningsopplegget hadde jeg lagt vekt på å skape en mindre stressende stemning inne i utstillingen enn i det opprinnelige undervisningsopplegget, der elevene ble trukket inn i en oppmerksomhetsbevegende malstrøm som var vanskelig å komme ut av. Forarbeidet skulle gi elevene en velkjent forståelsesramme for omvisningen, og etterarbeidet skulle gi rom for utvikling og bearbeiding av opplevelsene. Da en av guttene fra Skole C avbrøt omviserens utlegning om speilnevroner med å fortelle om hvordan han pleier å gape for å få lillesøsteren til å åpne munnen når han skal mate henne med skje, involverte dette hele klassen i en perspektivbevegelse. Dette foregikk inne i speilrommet, hvor elevene var omgitt av et hundretalls speilbilder av seg selv og personer fra utstillingens videoer. Deres apparat for oppmerksomhetsbevegelse var selvsagt aktivert allerede – de hadde tross alt akkurat kommet inn i dette overopplyste rommet fra den stummende mørke slusa – men klassekameratens åpenhjertige og nærmest intime betoelse skapte en stemning av fortrolig samhörighet som stimulerte selviakttagelsen.

Dette er et eksempel fra dataene mine der jeg måtte bruke min egen opplevelse av situasjonen for å karakterisere elevenes deltakelse: Jeg kunne i sylskarpe bilder se for meg scenen med de to på kjøkkenet, og kjente meg berørt av situasjonen – samtidig som det gutten sa bidro til å utvikle en dypere forståelse for begrepet speilnevroner og de nevrofysiologiske mekanismene dette begrepet relaterer seg til. Lærer C uttalte mer generelt at han hadde blitt rørt over hvor uforbeholdent elevene delte intime erfaringer inne i utstillingen, men han kommenterte ikke spesifikt denne situasjonen.

Videoene med William Kamkwamba og de norske rapperne åpnet Vindmølleuka. Elevene hadde nettopp kommet inn i Energilaboratoriet – fulle av nysgjerrighet over hva dette stedet hadde å vise frem – og en jevnaldrende gutt fra Malawi står plutselig foran dem på lerretet. Fortellingen hans er en beretning om mot, kløkt og utforskertrang, og den grep elevene. Like etterpå møter de hipphopperne som personifiserer velstands-Norges blaserte dekadanse, før de er tilbake i Energilaboratoriet og vi setter i gang med rolleutøvelse, teoretiske utlegninger og praktiske utfordringer. Elevenes oppmerksomhetsbevegelse er i høy aktivitet, og alle vekslingene innebærer perspektivbevegelser. Etter hvert som uka skrider frem og elevene bytter på å være gruppesjef, er det tydelig at flere og flere opplever sterk mestring. De merker at de greier å løse oppgavene sine, og vel så det. I dette ligger en selviakttagelse som for manges del ser ut til å være av identitetspregende karakter. Dette fremkommer blant annet av de overstrømmende tilbakemeldingene fra enkelt-elever og deres foresatte, og lærernes vurderinger.

Dette er to av situasjonene fra materialet mitt som har ledet meg til erkjennelsen av at det finnes en *fordypende linearitet* mellom de tre egenbevegelsesformene. Oppmerksomhetsbevegelsen knytter seg til våre møter med verden innenfor de ulike deltakelsesdomenene – den får oss til å *forbinde oss* med lærestoffet. Perspektivbevegelsen handler så om at vi omformer disse umiddelbare inntrykkene og tester ut ulike posisjoner i forhold til dem – vi *bearbeider* erfaringene. Dette gir oss mulighet til å utvikle en dypere relasjon overfor det erfarte. Dersom vi tillater oss å utvikle denne relasjonen, og blir bevisst hvordan erfaringen preger oss, er vi kommet til selviakttagelsen. Dette innebærer en *overskridelse*, som jeg knytter til begrepet kunnskapsinnforlevelse i egenbevegelsesteorien. Vi har da gått inn i en *transformativ læringsprosess* (jæmfør kapittel 3), hvor læringsopplevelsen bidrar til å utvikle vår identitet og selvforståelse. Figur 9 nedenfor viser hvordan dette kan forstås som en lineær prosess – selv om det faktiske forløpet ofte vil bestå av flere spor som krysses og vikles inn i hverandre.



Figur 9. Skematisk fremstilling av den transformativ læringsprosessen.

I Ludvigsenutvalgets utredninger om Fremtidens skole understrekes det altså at vi i norsk skole må bli flinkere til å stimulere elevenes *dybdelæring*. Dette forklarer de slik:

[Dybdelæring] innebærer å knytte nye ideer til allerede kjente begreper og prinsipper, slik at ny forståelse kan brukes til problemløsning i nye og ukjente sammenhenger. [...] Det har betydning for elevenes

læring at de får mulighet til å fordype seg, får reflektere over egen læring og får hjelp til å forstå sammenhenger. (Ludvigsen et al., 2014, s. 11)

Dybdelæring knytter seg også til begrepet læringsprosesser, som handler om at elevene kan nå innsikter med økende kompleksitet dersom man sørger for å tydelig forankre læringsaktivitetene i det de kan fra før, og så arbeide mot eksplisitte læringsmål. Den fordypende lineariteten som jeg illustrerte med Figur 9 ovenfor innebærer at læringsrommet som skal legges til rette for en fordypende, transformativ læringsprosess, må være et læringsrom som stimulerer både oppmerksomhetsbevegelse, perspektivbevegelse og selviaktgjørelse. Undervisningsopplegget, som utgjør planskissen for læringsrommet, bør trolig fokuseres mot noen utvalgte deltakelsesdomener. Læringsrommet har også en tidsdimensjon, og langs denne må undervisningsopplegget skape dynamikk og utviklingsfremmende bevegelse i læringsprosessen. I dette ligger det å variere antall frihetsgrader som elevene jobber under, med skifter mellom å bygge struktur og tilby spillerom – for å skape grobunn for det som Didrik fra Skole D kalte *utvidede øyeblikk* (se kapittel 8.1.2). Legg merke til at det langt på vei er elevene selv som forestår denne utvidelsen; den kan vanskelig påtvinges dem.

Lave og Wenger (1991) påpekte at all læring er situert. Begrepet *legitim perifer deltakelse* (som jeg refererte i kapittel 3) er viktig hos Lave og Wenger, og dette betegner prosessen innen mesterlæretradisjonen som leder eleven inn i et praksisfellesskap. Innlemmingen av *Forskerspiren* som et gjennomgående hovedområde i læreplanen for naturfag i 2010 finner sin berettigelse i den

naturfagdidaktiske *inquiry learning*-tradisjonen hvor man er opptatt av at elevene gjennom å møte autentiske naturfaglige problemer og settinger skal utvikle sin identitet som naturvitere (se bl.a. Meyer & Crawford, 2011). Det er liten tvil om at denne formen for situert identitetspreging traff en del av elevene i Vindmølleuka.

Også transformativ læring er situert. Læringen preges av det sted læringen foregår. Når den lærende transformeres, vil dette innebære at læringsrommet også transformeres. Læringsrommet og den lærende påvirker altså hverandre gjensidig, men det er viktig å understreke at det opprinnelige læringsrommet betinger transformasjonen. For å forstå transformasjonsprosessen må man derfor arbeide med å analysere og forstå læringsrommet.

Jeg finner altså at de ulike læringsrommene som case-ene representerer stimulerer til ulike typer deltakelse. Mens *Teateret* engasjerte elevene sterkt til å bruke sansene sine og bli emosjonelt berørt, var *Verkstedet* en arena som vekket utholdende handling. Videre registrerer jeg også at akkurat som elevenes deltakelse påvirkes av læringsrommet, vil også læringsrommet påvirkes av elevenes deltakelse. Elevenes deltakelse og bidrag vil hele tiden påvirke læringssituasjonen – aller mest når læringsrommet er åpent. Jeg ser også at dynamikken mellom innsnevring og utvidelse av læringsrommet (altså variasjon i antall frihetsgrader) kan bidra til å bygge potensialer for fordypende deltakelse. Dersom den egenbevegende deltakelsen blir tilstrekkelig intens, vil elevene kunne oppleve transformativ læring. Den fordypende lineariteten som kan lede dem dit går fra den forbindende oppmerksomhetsbevegelsen,

via den bearbeidende perspektivbevegelsen, til den overskridende selviakttagelsen.

### 10.3.2 Åpenbaringer: Det plutselige i det planlagte

Dersom man skal kunne si at noe *åpenbares*, som for Einstein da han arbeidet med den spesielle relativitetsteorien (jmfør kapittel 3.7), må dette først ha vært skjult eller utilgjengelig på ett eller annet vis. Selve åpenbaringen skjer i øyeblikket, idet sløret løftes – i konkret eller overført betydning – og det som ligger bak blir avslørt. Men for at denne plutselige innsikten skal bli omsatt til transformativ læring, må den gi umiddelbar gjenklang i noe vi hadde i oss fra før. Opplevelsen må skape det man i filosofien kaller *anamnêsis* (Eikeland, 1998); en forbindelse med (eller «erindring» av) vårt underbevisste. Det som blir åpenbart er oss altså ikke fullstendig ukjent, selv om vi ikke venter det. Erfaringen blir mer enn en øyeblikksopplevelse; den blir en åpenbaringserfaring som endrer noe i den lærende og bidrar til transformativ læring.

John Dewey skriver om potensialet i det å bruke estetikk for å skape sterke opplevelser, og han understreker viktigheten av ikke å gjøre ting for gjenkjennbart og for tilgjengelig (Dewey, 1934/2005, s. 55). Hvis opplevelsen er uventet, mangetydig og ufullendt, vil det også kunne styrke dens estetiske kvalitet (jmfør Wang, 2001). Videre vil enhver historieforteller – om det nå dreier seg om en skuespiller, en standupkomiker eller en musiker – kunne vitne om timingens og tilbakeholdelsens betydning. For å si det med Dewey: En pause er ikke et tomrom, men «a rhythmic silence that punctuates what is done while at the same time it conveys an impulsion forward, instead of arresting at the point

which it defines» (Dewey, 1934/2005, s. 179). Pausen skaper rytme, dramatik og forventning.

Disse innsiktene om øyeblikkskunst bør også prege lærerens virke og befrukte hans undervisningsplanlegging. Læreren kan søke å bygge opp mot opplevelser av *anamnêsis* ved å så kimer til spørsmål i elevene i de ukene og månedene som leder frem mot denne bestemte undervisningsøkta. Dette kan gjerne gjøres subtilt, og spørsmålene må få tid til å klinge ubesvarte i elevene en god stund før de løftes frem og konfronteres. Samtidig må heller ikke klimakset annonseres for eksplisitt; elevene kan gjerne oppleve at åpenbaringen ligger utenfor lærerens regi, som en overraskende og plutselig erkjennelse.

Åpenbaringen kan altså ha form av noe skjult og diskontinuerlig som plutselig forlases, men jeg mener likevel at vi som lærere kan arbeide for å bygge opp åpenbaringserfaringer over tid, stein for stein og sammen med elevene, i et mer kontinuerlig forløp. Undervisningsopplegget må ta utgangspunkt i en grunnleggende plan for hvordan elevene kan trekkes inn i prosessen, og det må besvare de fire grunnleggende planleggingsspørsmålene.

I kapittel 10.1 viste jeg hvordan planleggingsspørsmålene har bidratt til å forme undervisningsoppleggene til Vindmølleuka og Mind Gap. Det indre opplevelsesrommet som bygges opp i eleven påvirkes av læringsarenaens utforming og kvaliteter, og av elevens deltakelse innenfor rammene av de støttestrukturene som læringsarenaen og undervisningsopplegget stiller til rådighet. Dersom denne komposisjonen avstedkommer selviakt-

tagende deltakelse fra elevene, vil læringsrommet kunne bli et åpenbaringsrom.

### 10.3.3 Åpenbaringsrom

Begrepet *åpenbaringsrom*, som beskrivelse av et læringsrom som omfatter helt spesielle læringsopplevelser, kom tidlig til meg i prosessen med dette doktorgradsarbeidet. Dette er altså ikke et begrep som har kommet ut av analyser av casene mine. Likevel synliggjør begrepet en essensiell dimensjon i mitt materiale. Den ungarskfødte forfatteren og filosofen Arthur Koestler (1905-1983) skriver i sin bok *The Act of Creation* (1964/1989) om det han kaller *bisosiasjon* – når tanker og begreper fra ulike forståelsesmatriser kobles sammen og det oppstår noe helt nytt. Litt slik tror jeg det må ha vært for meg med dette ordet. Det er et ord som rommer mange assosiasjoner, og som er litt pompast i formen, men jeg liker det. Det er kommuniserbart og lett å huske. Begrepet rommer også, både i form og innhold, viktige elementer av min egen visjon som lærer: Målet er at elevene skal oppleve faget og lærestoffet som en betydningsfull del av sin egen verdensanskuelse, og at undervisningen skal vekke dem til virketrang, vitebegjær og varmblodig begeistring. *Åpenbaringspedagogikk*, som jeg vil omtale i avhandlingens siste del, handler om å virke for dette målet.

I kapittel 2.1 definerte jeg begrepet læringsrom som det som skjer i møtet mellom eleven og et undervisningsopplegg. Jeg presenterte så, i kapittel 3.7, et åpenbaringsbegrep som er knyttet til erfaringer som leder til transformativ læring. Åpenbaringsrommet er altså læringsrommet ved transformativ læring.

De ulike situasjonene som utspenner læringsrommets mangfold vil i ulik grad kunne bidra til åpenbaringserfaringer. Når elevene opplever sterkt ubehag i Mind Gap-utstillingen – som i forbindelse med besvimmelssituasjonen, eller da en av guttene opplevde det å sitte på gulvet i Mørkerommet under takinstallasjonen med sykehusutstyr som «å vente på å bli dissekert» – kan nok dette forstyrre fordypningsprosessen og åpenbaringserfaringen for mange elever. Dette var noe av det professor Svein Magnussen advarte mot. Men for andre kan det ha virket motsatt; dersom de ikke ble så satt ut av disse situasjonene at de mistet den innholdsmessige tråden i omvisningen, kan sterke opplevelser som dette fungere som assosiasjonsankere i hukommelsen. Likevel, de virkelige gode eksemplene på åpenbaringssituasjoner finner vi der elevene deltar sterkt uten å skremmes til det – som da elever inne i speilrommet begynte å fortelle om familiens sykdomshistorier og hvordan du kan få lillesøster til å gape opp ved selv å gape, eller da vindmølle-elevene etter å ha sett videoen om William Kamkwamba gikk i gang med å analysere sitt eget elektrisitetsforbruk, for senere å gå fullstendig opp i byggebonanzaen – jmfør kapittel 10.3.1. Når disse erfaringene står i forbindelse med situasjoner i læringsforløpet som for elevene er ekstra betydningsfulle, vil de i sum kunne lede til transformativt overskridelser.

Jeg knytter altså åpenbaringsbegrepet til transformativ læring og til selviakttagende egenbevegelser. I analysene fant jeg at elevene mine kom til selviakttagelse innenfor to deltakelsesdomener i Vindmølleuka (emosjon og handling), og innenfor ett domene i Mind Gap

(kognisjon). Åpenbaringene skjer i øyeblikket, men er resultat av en kumulativ påvirkning og bearbeiding over tid. La meg kort oppsummere hvordan tre av deltakelsesdomenene ble involvert i noen enkeltsituasjoner:

- *Emosjonell egenbevegelse:* I Vindmølleuka var det emosjonelt oppmerksomhetsbevegende elementet knyttet til hvor prekære klodens bærekraftsutfordringer er. Elevene levde seg rett inn i «møtet» med 14-åringen William Kamkwamba fra Malawi. Han ble et motiverende ikon og perspektivbevegende forbilde for elevene, og gjennom den mestringen de opplevde gjennom uka – inspirert av Williams eksempel – vokste deres selvfølelse og troen på at de kan gjøre en forskjell i verden. Dette er min tolkning av tilbakemeldingene vi har fått fra elevene, men jeg føler meg trygg på at det stemmer for mange av dem.
- *Handlende egenbevegelse:* I Vindmølleukas verkstedssetting var alle av handlingens aktivitetsformer grundig involvert. Elevene måtte vise både vilje (selvdisiplin, presisjon, tålmodighet) og samarbeidsevne (fordeling av arbeidsoppgaver, kollektive beslutningsprosesser, hjelpe og avlaste hverandre) i det stort sett selvdrivne arbeidet med de fjorten gruppeoppgavene. De måtte dessuten selv finne frem til praktiske løsninger, lære seg mest mulig hensiktsmessig bruk av ulike verktøy på de forskjellige materialene, og bygge to turbinversjoner som de testet mot hverandre. Slik fikk elevenes handlende deltakelse også et klart element av bevisst øving, og de merket selv at de ble flinke. Lærernes tilbakemeldinger støtter denne tolkningen.

Elevene var tydelig stolte da vindturbinene skulle testes foran kraftige industrivifter.

- *Kognitiv egenbevegelse:* Mind Gap-elevene fikk utfordret både sin kognitive oppmerksomhetsbevegelse og sin kognitive perspektivbevegelse da de med utgangspunkt i forarbeidets faktaark skulle tolke situasjonene som oppsto i rollespillet, og agere i henhold til dette. Det ble under omvisningen flere ganger referert til begrepene og lærestoffet fra faktaarket, men da koblet til nye faktaopplysninger og begreper. Slik måtte elevene bruke betydelige kognitive ressurser på å tolke og kode inn all informasjonen som tilfløt dem de dagene undervisningsopplegget pågikk, og hukommelsestesten gjennomført i trerommet ble en slags fortettet versjon av dette. Omvisningen, med alle historiene, biografiene og gjenstandene gjennom utstillingens svært forskjellige rom, utgjorde i seg selv en øvelse i perspektivering. Mind Gap-utstillingen utfordret elevene til å innta et svimlende metaperspektiv i forhold til sin egen hjerne og sin egen tankeevne, og denne kritiske refleksjonen kom til uttrykk både gjennom diskusjoner i omvisningen og det bearbeidende plakatverkstedet tilbake på skolen. Dette kom også klart frem i elevintervjuene, og lærernes tilbakemeldinger støtter også en slik tolkning.

Disse selviakttagelsene kan lede til transformativ læring. Åpenbaringserfaringene fremkommer som sluttprodukt i en lineær fordypningsprosess, når «the material experienced runs its course to fulfillment» – som John Dewey skriver i *Art as Experience* (1934/2005, s. 36).

Hovedutfordringen i arbeidet med å legge til rette for slike erfaringer, ligger i en form for timing som jeg kaller *fasebevissthet* (jæmfør kapittel 10.2). Dette handler om å utvikle en sensitivitet for, og bevissthet i forhold til, hvilken fase og hvilke egenbevegelser elevene til enhver tid er inne i, samtidig som fasebevisstheten er knyttet til et blick for de egenbevegelsene som ennå ikke har manifestert seg i den lærende. Aksel Hugo skriver:

Den streng den gode pedagogen spiller på, er hele tiden den samme, nemlig de mulige (ennå ikke forløste) egenbevegelser hos den lærende. Når den lærende virkelig fatter et poeng, er det alltid resultatet av en egen indre forbindelsesakt. Hver lille eller store aha-opplevelse kan vi billedlig betrakte som et nytt brospenn mellom områder som før ikke hang sammen. I dette bildet blir lærerens rolle konsulentens. Han skal ikke bygge broen, det må byggherren (eleven) gjøre selv, men han skal veilede – enten det er maysommelig 'fra bropillar til bropillar' eller 'hele spranget i et spenn'. (Hugo, 1995, s. 88)

Læringsprosessen er nettopp denne forbindelsesakten. Læringsrommet som oppstår i møtet mellom eleven og undervisningsopplegget, skal kunne romme alle de brospennene som er nødvendige for å at eleven skal kunne nå læringsmålene. Og når læringsrommet blir et åpenbaringsrom, vil eleven kjenne at han eier broen og kan bygge nye broer hvor det skal være.

#### 10.4 Svar på forskningsspørsmålet: Samspillet mellom læringsrom og læringsprosess

Denne avhandlingen tar utgangspunkt i premisset om at forskjellige former for læring kan betraktes som en

funksjon av ulike typer deltakelse. Premisset, som har sine røtter i erfaringslæring (Dewey, 1938/1998; Kolb, 1984), kan videre utlegges som følger: Hva eleven faktisk lærer, er ikke avhengig av hvilket lærestoff læreren har gjennomgått, men av i hvilken grad lærestoffet, læreren, medelevene, omgivelsene eller andre faktorer i det som jeg i en samlebetegnelse har kalt *læringsrommet*, har engasjert eleven. Læringsrommet er altså et mulighetsrom – et *affordance space* (Achiam, May, & Marandino, 2014) – som integrerer den lærendes indre mulighetsrom og det fysiske rommets ytre mulighetsrom.

Forskningsspørsmålet for dette prosjektet har vært hvordan man kan forstå samspillet mellom læringsrom og læringsprosess på alternative arenaer for realfagsundervisning. Eller sagt på en annen måte: Hvordan man ved å bygge opp potensialer både inni og utenfor eleven, kan få elever på ekskursjon til å forbinde seg med realfaglige fenomener.

Jeg har studert to caser med alternativ naturfagundervisning for ungdomsskoleklasser; en case som tok utgangspunkt i en spektakulært iscenesatt museumsutstilling, og en case som utspilte seg i en verkstedhall på universitetet. Jeg har gitt de to casene merkelappene *Teateret* og *Verkstedet*. Til begge casene var det jeg som utviklet undervisningsopplegget, men rollen min var mest aktiv i sistnevnte. Jeg har samlet inn data gjennom egne observasjoner, intervjuer, audio- og videoopptak og elevarbeider.

Jeg har utviklet to verktøy for å analysere dataene mine:

Det ene verktøyet – romdiagrammet – består av et aksekors med fire ytterpunkter som skal brukes for å kategorisere læringsrommet i ulike lærings situasjoner. De fire ytterpunktene er åpent versus lukket (horisontalt) og iscenesatt versus autentisk (vertikalt). I tillegg har jeg lagt inn tre referansesituasjoner, avgrenset med stiplede ovale ringer. Disse er: Tavleundervisning (midt på lukket-aksen, altså mellom 2. og 3. kvadrant), Improvisasjonsteater (åpent og iscenesatt, i 1. kvadrant), og Feltarbeid (åpent og autentisk, i 4. kvadrant). Når jeg vurderer undervisningsopplegg med dette verktøyet, velger jeg ut fire situasjoner som tydeligst kan assosieres til de fire kvadrantene. Dette gir fire punkter, og når jeg trekker linjer mellom de fire punktene, får jeg et firkantet areal som dekker et bestemt område i diagrammet. Jeg bruker så dette området til å karakterisere undervisningsopplegget, og til å sammenligne ulike undervisningsopplegg.

Det andre verktøyet – deltakelsesmatrisen – bygger på en hypotese om at eleven kan aktiviseres i læringsarbeid innenfor fem distinkte deltakelsesdomener, og at dette i sin tur kan sette avtrykk i eleven av varierende dybde. Dette avtrykket knytter jeg til egenbevegelsesteorien (Hugo, 1995), som sier at erfaringen kan igangsette tre grunnleggende forskjellige former for egenbevegelse i den lærende – oppmerksomhetsbevegelse, perspektivbevegelse og selviakttagelse. Radene i matrisen konstitueres av deltakelsesdomenene, mens egenbevegelsesformene utgjør kolonnene. Til hver av matrisens femten celler har jeg knyttet en *aktivitetsform* – et substantiv som beskriver forskjellige kvaliteter hos eleven som kan engasjeres i et undervisningsopplegg.

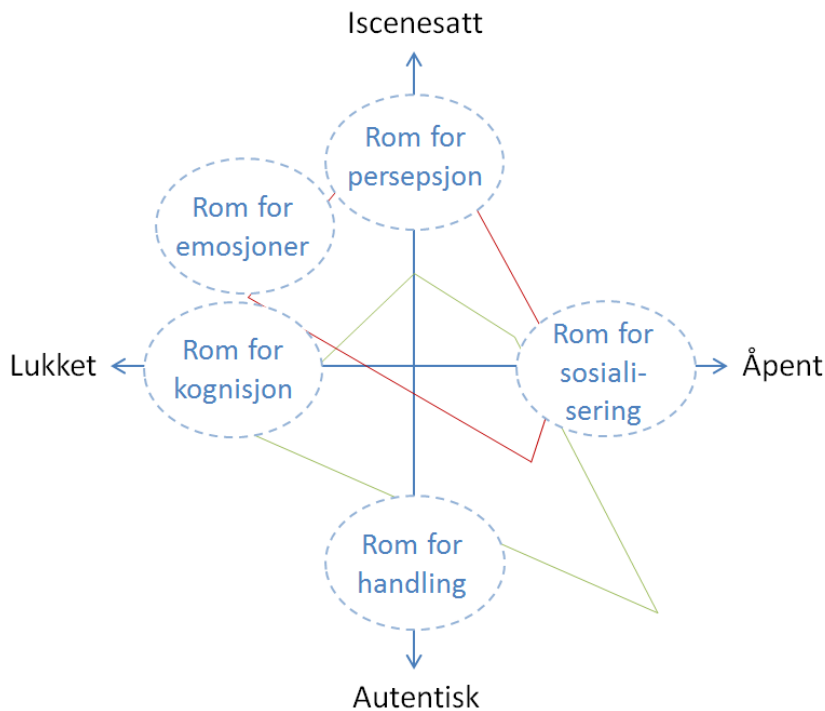
Når jeg vurderer undervisningsopplegg med dette verktøyet, markerer jeg de aktivitetsformene som jeg ser er blitt involvert. Samlet gir dette et bilde av hvordan elevene har brukt seg selv gjennom undervisningen.

Læringsromdiagrammet peker altså på de ytre forutsetningene for ulike typer aktivitet som undervisningsopplegget (herunder det fysiske rommet) bringer til veie, mens deltakelsesmatrisen peker på den aktiviteten som dette faktisk bevirker hos eleven. Læringsprosessen handler om den progresjonen som eleven har frem mot på forhånd oppsatte læringsmål. For å vurdere læringsprosessen må man se på hvordan og i hvilken grad undervisningsopplegget lager gode læringsrom som er egnet til å fremme den deltakelsen som kan bringe eleven til læringsmålet.

Ludvigsenutvalget (Ludvigsen et al., 2014; 2015) anfører at fremtidens norske skole skal ha et tydeligere fokus på dybdelæring. Med dette mener de først og fremst at elevene skal lære ting godt, og at de skal erverve seg kompetanse i å bruke det de har lært i nye situasjoner. Jeg har i analysen av casene mine sett spesielt på fordypende læring i en mer eksistensiell betydning. Jeg har lett etter selviakttagende aktivitetsformer hos elevene. Jeg finner at det er en fordypende linearitet mellom de tre egenbevegelsesformene, og selviakttagelsen knytter jeg til transformativ, eller identitetsformende læring (jmfør Illeris, 2013 og Mezirow, 1991). Det er dette jeg betegner som åpenbarings erfaringer.

Dersom elevene skal oppleve slike transformerende overskridelser og kunnskapsinnforlivelse, må de involveres i intens selviakttagende aktivitet. Dette fordrer enten at elevene selv har en sterk indre drivkraft i





Figur 10. Læringsrom for ulike typer deltakelse.

denne retningen, eller at læringsrommet trekker dem inn i slik aktivitet. Basert på funnene mine har jeg i Figur 10 ovenfor prøvd å antyde hva som kjennetegner læringsrom hvor de ulike formene for deltakelse best aktiviseres:

- Et læringsrom som skal stimulere til *handling* bør ha preg av å være en arena for virkelig og betydningsfull praksisutøvelse – som verkstedet. I henhold til mesterlæretradisjonen bør læringsrommet i utgangspunktet være tydelig avgrenset med stort innslag av støttestrukturer, for så å åpnes gradvis etter hvert som eleven mestrer de handlingene som skal utføres (*fading scaffolding*).
- Et læringsrom som skal stimulere *persepsjon* bør være iscenesatt med scenografiske virkemidler som er egnet til å overraske og fascinere elevene – som teateret. Hvorvidt læringsrommet er åpent eller lukket har ikke så stor betydning, men lære-

ren bør innimellom trå litt siden slik at han ikke skygger for rommet.

- Et læringsrom som skal stimulere til *sosialisering* kan gjerne ta utgangspunkt i en lærerinitiert aktivitet eller lek, men fremfor alt må læringsrommet være åpent, slik at elevene kan utfolde seg relasjonelt i forhold til hverandre. Noen grunnleggende spilleregler må være på plass, og læreren må være klar til å gripe inn for

eksempel dersom enkeltelever faller utenfor i leken. Den fysiske utformingen av rommet er egentlig ikke så viktig, bortsett fra at det må være plass til lek og utfoldelse, men det kan være en fordel om man ikke er i klasserommet eller andre rom som elevene assosiativt vil forbinde med begrenset sosial omgang.

- Et læringsrom som skal stimulere til *kognisjon*, derimot, kan gjerne være ganske lukket. Her skal elevene fokusere og konsentrere seg uten for mange distraksjoner, så rommet kan være nøytralt (som klasserommet). Læreren bør her ha en rolle som veileder og motivator, en som inspirerer og utfordrer elevene til å strekke seg kognitivt. Og til slutt:
- Et læringsrom som skal stimulere elevene *emosisjonelt* bør være iscenesatt på en måte som er egnet

til å berøre elevene. Læringsrommet må være tilstrekkelig lukket til at man klarer å bygge opp en fortettet stemning og samtidig opprettholde elevenes fokus. Læreren bør her følge elevene tett – både for at de skal føle seg ivaretatt, men også for å bruke seg selv som emosjonelt kompass og ut fra dette kunne justere kursen underveis.

*Deltakelsens paradoks* innebærer altså at elevenes deltakelse innenfor ett domene lett kan gå på bekostning av deres deltakelse innenfor andre domener. Dette har jeg i noen grad sett manifestere seg i mine caser, og jeg har poengtert at det ikke er noe mål å favne for bredt i et enkelt undervisningsopplegg – tvert imot kan dette medføre at det ikke blir rom for fordypende selviakttagelse i løpet av læringsprosessen. Ikke desto mindre mener jeg altså at det burde være mulig å sette sammen undervisningsopplegg som er så mangfoldige at de i sum og over tid favner alle deltakelsesdomenene, i full dybde, for en elevgruppe. Og dette skjer samtidig som elevene lærer det angjeldende fagstoffet; vi snakker altså om *både* deltakelse *og* tilegnelse – jmfør Anna Sfards advarsler i artikkelen *On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One* (1998) som jeg omtalte i kapittel 3.4. Det er derfor avgjørende at læringsmålene ikke bare knytter seg til aktiviteter og deltakelse, men også til innhold og lærestoff.

Med utgangspunkt i min egen praksisteori og basert på erfaringene fra casene mine, ville jeg generelt anbefale en regi med følgende tre læringsrom for å lage et helhetlig ekskursjonsbasert undervisningsopplegg:

- *Rom A. Iscenesatt læringsrom.* Jeg ville startet øverst i romdiagrammet (jmfør Figur 10 ovenfor) – med iøynefallende og overraskende iscenesettelse. Slik åpner jeg øynene og vekker hjertene til elevene. Jeg styrer situasjonen – så rommet er forholdsvis lukket – men jeg løsner litt på grepet etter hvert, slik at elevene får forbundet seg med læringsrommet. Jeg vil på Sokratiske vis søke å stille spørsmål som kan stimulere elevenes egenbevegende aktiviteter, og la elevene komme til orde med sine assosiasjoner og betraktninger. Som en etterlesning vil jeg reise de viktigste faglige problemstillingene som vi skal jobbe med gjennom dette undervisningsopplegget, og relatere problemstillingene til det læringsrommet vi nå har vært i – ved å peke på konkrete situasjoner der de ulike fagelementene (begreper eller sammenhenger) hadde blitt berørt. Sammen med elevene formulerer jeg på bakgrunn av dette læringsmål for opplegget. Dette er undervisningsoppleggets fase 1 og 2 (Introduksjon og Tilnærming, jmfør kapittel 10.2), og det stimulerer først og fremst deltakelsesdomenene persepsjon, kognisjon og emosjon.
- *Rom B. Autentiske læringsrom.* Neste etappe starter i den andre enden av diagrammet. Her vil jeg at elevene skal engasjeres i aktiviteter som de opplever som virkelighetsnære, relevante og meningsfulle. Dette skal foregå i en troverdig setting, som egner seg spesielt godt til det arbeidet som skal utføres. Jeg vil demonstrere for elevene hva de skal gjøre, men ikke hele prosessen trinn for trinn; elevene skal danne seg et bilde av hvordan slutt-

produktet kan se ut, og de skal få se hvordan de kan starte for å gyve løs på utfordringene. I begynnelsen vil jeg følge og veilede elevene tett, og hjelpe dem videre hvis de står fast. Men etter hvert vil jeg i større og større grad utfordre dem til å finne egne løsninger på problemer som dukker opp. Jeg vil også legge opp til at elevene hjelper hverandre, og generelt holde øye med den sosiale interaksjonen i elevgruppa for å se til at alle er inkludert. Dette er undervisningsoppleggets fase 2 og 3 (Tilnærming og Oppgaveløsning), jmfør kapittel 10.2), og involverer primært deltakelsesdomenene handling, men også sosialisering og emosjon.

- *Rom C. Ordinært læringsrom.* Jeg vil avslutte tilbake i klasserommet, hvor trådene skal samles, opplevelsene foredles og bearbeides, og den faglige fordypningen skal finne sted. Forskning har, som jeg har vært inne på, vist at ekskursjoner og feltarbeid, i likhet med praktiske læringsaktiviteter generelt (Kirschner et al., 2006), ikke nødvendigvis fører til styrket læringsutbytte (Griffin & Symington, 1997). Jeg mener som sagt at dette kan bates på ved at undervisningsopplegget avslutningsvis trekkes inn i «the formal environment of the classroom» (D. Anderson, Lucas, & Ginns, 2003, s. 196). Her skal elevenes kognitive deltakelse fordypes. Samtidig vil jeg prøve å legge til rette for prosesser som kan lede til overskridende selviakttagelse også innenfor andre deltakelsesdomener. Jeg vil gi elevene refleksjonsoppgaver som de skal løse enten individuelt eller i par og små grupper. Vi vil så ha en oppsummerende ple-

numsdiskusjon, før jeg gjennomgår relevant pensumteori. På bakgrunn av dette skal elevene løse nye oppgaver med teoretisk tilsnitt. Til slutt skal alle skrive en oppsummerende logg hvor de reflekterer over hva de har opplevd, og i hvilken grad de har oppfylt læringsmålene vi formulerte i Rom 1. Dette er undervisningsoppleggets fase 4 (Bearbeiding, jmfør kapittel 10.2), og involverer særlig deltakelsesdomenet kognisjon, men også sosialisering og emosjon.

Jeg ser altså for meg at et læringsrom som Mind Gap-utstillingen (*Isenesatt læringsrom*) best kan brukes som innføring i et emne, mens et læringsrom som Vindmølleuka (*Autentisk læringsrom*) fungerer best i en mellomfase når elevene skal arbeide seg gjennom lærestoffet. Samtidig ser jeg at klasserommet (*Ordinært læringsrom*) egner seg best når undervisningsopplegget skal avrundes – gjerne også med tillegg av mer teoretisk fordypning og oppgaveløsning.

I en læringsprosess som skal lede til transformativ læring, bør prosessens ulike faser bør markeres med distinkte forandringer i læringsrommet – gjerne også det fysiske rommet. De ulike fasene bør vekselvirke i å bygge potensialer for forskjellige former for deltakelse. Jeg vil i kapittel 13.1 komme tilbake til hvilke andre konsekvenser innsiktene ovenfor kan ha for utformingen av realfagsundervisningen i skolen.



# del 5

## metodologiske & etiske refleksjoner

## II. Metodologiske refleksjoner

### II.1 «What is this thing called science?» Case-studien og positivismens arv

Science may be described as the art of systematic oversimplification. (Popper, 1982, s. 44)

#### II.1.1 Et skisma mellom menn av tall, og menn av ord

A tension exists between those who produce abstract theories about practice and those who produce personal theories from within practice. (McNiff 2002: 8)

Fagfeltet *skoleforskning* er forholdsvis ungt i Akademia, og forskning med spesifikt fokus på realfagsundervisning har vi fått først de siste hundre år. I forordet til *Handbook of Research on Science Education* fremhever Sandra Abell og Norman Lederman at «for many years, science education researchers prided themselves on following research approaches and paradigms that approximated those of science» (2010, s. ix). Realfagsdidaktikere har gjennomført kontrollerte laboratorieforsøk og store spørreundersøkelser, og stolt påpekt at de bedriver ekte vitenskap hvis pålitelighet kan bevises med statistisk signifikans. Ikke desto mindre anfører Abell og Lederman videre:

To achieve the ultimate purpose of improving science teaching and learning, we as researchers need to be open to new theoretical frameworks, research methodologies, and strategies (ibid, s. xiii).

Innenfor samfunnsforskningens ulike grener har det lenge vært et skisma mellom *kvalitative* og *kvantitative*

forskere (Robson, 2002, kaller det «a paradigm war»). Store spørreundersøkelser og kontrollerte (eller aller helst randomiserte) laboratorieforsøk er altså typiske for den kvantitative tradisjonen, mens etnografiske case-studier kan sies å utgjøre arketyper til kvalitativ forskning. Det er opp gjennom årene mange fra den kvantitative leiren (hvor man helst opererer med tall, statistisk signifikans og så tynne avhandlinger som mulig) som har kritisert den vitenskapelige troverdigheten til kvalitativ forskning (som gjerne omfatter lange personlige beretninger og mange adjektiv). De amerikanske utdanningsforskerne Donald Campbell og Julian Stanley uttalte i 1963 følgende om såkalte «single case»-studier:

Such studies have such a total absence of control as to be of almost no scientific value. [...] It seems well-nigh unethical at the present time to allow, as theses or dissertations in education, case studies of this nature. (Campbell & Stanley, 1963, s. 6-7)

Den danske samfunnsgeografen Bent Flyvbjerg bemerker imidlertid, ikke uten et snev av triumf, at Campbell «later made a 180-degree turn in his views of the case study and had become one of the strongest proponents of this method» (Flyvbjerg, 2006, s. 221).

Den kvalitativt orienterte skoleforskningen har ikke desto mindre i mange sammenhenger blitt kritisert for manglende troverdighet (det snakkes om et *credibility gap* mellom empiri og konklusjoner), siden den ofte fokuserer på begrensede caser og derfor ikke gir

The case study as a research method:

1. A case study is an empirical inquiry that
  - investigates a contemporary phenomenon in depth and within its real-life context, especially when
  - the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident
2. The case study inquiry
  - copes with the technically distinctive situation in which there will be many more variables of interest than data points, and as one result
  - relies on multiple sources of evidence, with data needing to converge in a triangulating fashion, and as another result
  - benefits from the prior development of theoretical propositions to guide data collection and analysis.

(Yin, 2009, s. 18)

grunnlag for å trekke generelle konklusjoner (Levin, 2004; Levin & O'Donnell, 1999; Sandoval & Bell, 2004; Østergaard, 1998). Robert Yin argumenterer imidlertid for, som jeg var inne på i kapittel 5, at det finnes ulike former for generalisering, og at «case studies, like experiments, are *generalizable to theoretical propositions* and not to populations or universes. [...] The investigator's goal is to expand and generalize theories (analytic generalization) and not to enumerate frequencies (statistical generalization)» (Yin, 2009, s. 15, min kursivering). Dette perspektivet utdypes av Bent Flyvbjerg:

One can often generalize on the basis of a single case, and the case study may be central to scientific development via generalization as supplement or alternative to other methods. But formal generalization is overvalued as a source of scientific development, whereas "the force of example" is underestimated. (2006, s. 228)

I forordet til 2003-utgaven av boken sin innrømmer også Robert Yin at casestudier har rykte på seg for å være «a weak sibling among social science methods» (2003, s. xiii), med utilstrekkelig presisjon (les: kvantifiserbarhet), objektivitet og etterrettelighet. Han påpeker at dette på mange måter er paradoksalt, ettersom denne forskningsstrategien er blitt svært utbredt i samfunnsforskningen.

Psykologen Steinar Kvale (1938-2008) pekte på lignende kritikk som er blitt reist mot forskningsintervjuer som metode, og forklarte kritikken med en i hans øyne utbredt positivistisk vitenskapsforståelse:

En årsak til at kvalitative forskningsintervjuer inntil nylig har vært lite anvendt og diskutert i samfunnsvitenskapelig metodelære kan være den tidligere dominans av en *positivistisk* vitenskapsfilosofi. [...] Meningsstolkninger ut fra menneskelige samtaler falt utenfor en positivistisk vitenskapsforståelse. (2001, s. 40, kursiv i originalen)

Positivismen er en vitenskapsfilosofisk retning som skriver seg tilbake til den franske filosofen Auguste Comte (1798-1859), som tok til orde for at vitenskapen skulle «være nøytral og fremme *det positive* i betydningen det virkelige, det nyttige, det sikre, det presise og nødvendige» som det heter i Store norske leksikon. Comte er for ettertiden først og fremst kjent som so-

siologifagets opphavsmann. Han argumenterte for at på samme måte som den fysiske verden kan forklares ved møysommelig deduserte naturlover, så kan man også finne lovmessigheter i sosiale og mellommenneskelige forhold dersom man gjør grundige nok observasjoner.

I likhet med mange innenfor de kvalitative forskningsmiljøene, er altså Kvale skeptisk til Comtes positivisme. I boken *Læring som sosial praksis* skriver han med dårlig skjult sarkasme:

Vitenskap er en situasjonsbunden aktivitet, den har å gjøre med situert kunnskap og intuitiv ekspertise som ikke nødvendigvis følger analytiske og bevisste regler. [...] Nobelprisvinnernes forskningsaktivitet skjedde ikke i henhold til det positivistiske metodebyråkratiet. (Kvale, 1999, s. 157)

Det er i det hele tatt bemerkelsesverdig hvor løst spitordene sitter når medlemmer av den kvalitative fylkingen skal beskrive sine motstandere – en gjeng, får man inntrykk av, mer eller mindre autistiske nerder. Filosofen Jon Hellesnes, som bruker begrepet «scientisme» for å beskrive den verdensfjerne objektivistiske vitenskapen, fortsetter med karakteristisk persiflasje:

Mellom scientisme og naivitet er sammenhengen nær. Det er fullt moegeleg å vere naiv utan å vere scientistisk, men det er ikkje moegeleg å vere scientistisk utan å vere naiv. [...] Fagmannen ser hårstrittande, ufjelga og distré opp frå sine partiklar og strukturar. Han ser rundt seg og forstår ingen ting. (Hellesnes, 1969, s. 6)

Nuvel. Men man trenger ikke være positivist for å innse at case- og aksjonsbasert forskning har sine spesielle utfordringer når det gjelder vitenskapelig robusthet og

troverdighet. Fordi *det subjektive blikk* er tillagt autoritet innenfor dette feltet, er forskerens selvjustis svært viktig; man må gå systematisk til verks og være streng med seg selv for å unngå å henfalle til synsing. Samtidig er undervisning, som pedagogikkprofessor Hilde Hiim understreker, et spesielt forskningsfelt:

Undervisning og læring [må betraktes] som kontekstpregede samarbeidsprosesser som er avhengige av ulike deltakeres opplevelser og fortolkninger. (Hiim, 2003, s. 350)

Selv om den kvantitative skoleforskningen stadig er den viktigste premissleverandør for skoleutviklingen i Norge og de fleste land (jmfør PISA-undersøkelsene og John Hatties *Visible learning*), bør det altså være relevant å også låne øre til kvalitativt orientert skoleforskning med konkrete eksempler og dybdeanalyser.

### 11.1.2 Min hermeneutiske spiral

Jeg har så definitivt ikke bedrevet statistisk generalisering i mitt arbeid. I den grad jeg har generalisert mine erfaringer har jeg gjort det analytisk, i forhold til begreper og forskningsspørsmål. Opp mot det generelle handler dette på mange måter om å beskrive hva som gjør det gode eksempelet så godt, og hva som skiller det fra andre eksempler. Men da holder jeg kanskje vel så mye på med *syntese* (i betydningen ekstrahere og sammenstille) som *analyse* (i betydningen plukke fra hverandre og undersøke de enkelte bestanddeler)?

Når det er sagt, så er det ikke slik at mine to caser nødvendigvis er de beste casene som finnes på iscenesatte og autentiske læringsrom; det er lite i min forskningsdesign som gir grunnlag for å utskille disse to som



«best case» fra en større populasjon av caser. Det er, som jeg har vært inne på, en god del som kunne vært gjort bedre og annerledes i begge casene. Men jeg mener likevel at undervisningsoppleggene til Mind Gap og Vindmølleuka representerer svært ulike kvaliteter som læringsrom, og egner seg derfor som caser i et forskningsprosjekt rettet mot læringsrom (jmfør Yin, 2009). Fordi jeg selv har utviklet undervisningsoppleggene kjenner jeg dem selvsagt godt, og i lys av mine erfaringer med andre læringsrom – som lærer og som Newtonrom-utvikler – kan jeg si en del om hva som er spesielt med hver av casene og hva de har til felles. Det er dette som er kjernen i min analytiske tilnærming.

Men la meg, før vi går videre, si litt om *hermeneutikk* – det Dilthey og Betanzos (1988) beskriver som kjernen i de humanistiske vitenskapenes metode. Hermes, gudenes budbringer i gresk mytologi, var noe mer enn en simpel løpegutt fra oven; han forklarte og tolket også det guddommelige budskapet for menneskene. Men siden Hermes også var kjent som en tyv og en løgner, måtte man alltid ta imot det evangeliet han forkynte med en klype salt og sunn skepsis. Hermeneutikken er en disiplin innenfor den delen av filosofien som kalles epistemologi (avledet fra det greske ordet for fornuft, *episteme*), og dreier seg om å forstå den egentlige meningen i en tekst – eller et hvilket som helst uttrykk for menneskelig erfaring. Prosessen med å tolke hvordan tekstens helhet påvirker lesingen av enkeltutsnitt (og vice versa), kalles for den hermeneutiske sirkel, og denne har stått sentralt i de gamle grekernes litterære og retoriske tradisjoner, og innen jødedommens og kristendommens teologiske eksegese. I dag er den her-

meneutiske sirkelen metodologisk kjernepensum i vitenskapelige fagdisipliner som juss, sosiologi og psykologi så vel som litteratur og teologi.

Den tyske filosofen Hans-Georg Gadamer (1900-2002) brakte begrepet intersubjektivitet inn i den hermeneutiske sirkelen; gjennom å reflektere over din egen forståelse for fenomenet og deg selv kan du tolke dine omgivelser, men du må også tydelig stadfeste hva du har med deg inn i sirkelen. Dine forforståelser, dine holdninger og dine meninger påvirker alle din talkning av et fenomen. På samme tid påvirker fenomenet deg – og derved også alle andre.

Som Østergaard peker på, gjør dette at den hermeneutiske sirkelen blir mer for en spiral å regne:

Når jeg «beveger» meg fra det som skal fortolkes til min forståelse av det, så er denne forståelsen endret. Og omvendt, når jeg «beveger» meg fra min forståelse til det fenomenet jeg vil fortolke, så står jeg strengt tatt overfor et *nytt* fenomen. Dette innebærer at fortolkningens spiralbevegelse foregår kontinuerlig, den er åpen og tar egentlig aldri helt slutt. (Østergaard, 1998, s. 18)

I sitt magnum opus *Wahrheit und Methode* (1960) utviklet Gadamer begrepet «filosofisk hermeneutikk». Sterkt påvirket av sin mentor og forgjenger ved universitetet i Heidelberg, Martin Heidegger, søkte Gadamer å skape en metodologisk stringens for de humanistiske fagene.

Idealet om den fullstendig uhildede og objektive vitenskapsmannen er både uoppnåelig og villedende; fra kvantefysikken vet vi at det å studere et system, alltid påvirke systemet. Samtidig bærer vi alltid med oss en forforståelse inn i systemet. Derfor må vi, dersom vi skal

utføre reliabel forskning, sørge for å legge for dagen de fordommer og de forventninger vi i utgangspunktet har til det saksfeltet vi skal studere. Gadamer kaller denne prosessen for horisontsammensmelting («fusion of horizons») (Gadamer, 1960/2004). Forskeren artikulere hvordan hans «historically effected consciousness» (*wirkungs-geschichtliches Bewusstsein*) er påvirket av «teksten».

Den tyske sosiologen og økonomen Max Weber (1864-1920) var svært skeptisk til Auguste Comtes positivistiske idealer for samfunnsforskningen. Weber mente det er grunnleggende feil å bruke naturvitenskapen som ideal for god samfunnsvitenskap. For å forstå sosiale fenomener, mente Weber, må vi undersøke hvilke *meninger* individene legger i de handlingene de utfører. Ikke desto mindre var han en sterk tilhenger av naturvitenskapens objektivitetskrav. Filosofen Knut Erik Tranøy diskuterer Webers doktrine om objektivitet og saklighet, og anfører:

Without aspirations of objectivity (in the sense at least of anti-bias, freedom from prejudice and subjective arbitrariness, openness to counterevidence) our very pursuit of truth becomes illusory and mere self-deception. (1988, s. 135)

Men jeg mener som Gadamer at spørsmålet om tilgang til ontologisk objektivitet er grunnleggende problematisk, og objektivitetskravet har (som jeg har vært inne på tidligere) tvilsom gyldighet i forhold til case- og aksjonsforskning. Heller enn å late som jeg er en objektiv iakttagere vil jeg, i tråd med Gadammers intersubjektivitetsperspektiv (Gadamer, 1960/2004), reflektere over hvordan min bakgrunn (og min forutinntatthet!) påvir-

ker min forståelse av de fenomenene jeg studerer. Mine fordommer, mine holdninger og mine *meninger* vil uunngåelig farge min tolkning av casene, på samme måte som casene vil påvirke meg. Ved, i studiens forløp, å dedikere meg til å reflektere over og skrive loggnotater, har jeg søkt å være så verifiserbar som mulig med hensyn til de tolkningene jeg har gjort. Slik leser jeg mine egne bidrag til empirien inn i den fortolkende, hermeneutiske spiral som Gadamer beskriver.

Jeg ønsker altså å bruke de tidligere erfaringene jeg har gjort meg og de kvalitative dataene som jeg har samlet i arbeidet med denne avhandlingen, til å belyse og fordype min *forståelse av et tema* – altså ikke først og fremst å beskrive den setting de empiriske dataene er hentet ut fra. Østergaard (1998) kaller dette å gå inn i en «observerende dialog med fenomenet». Således vil studiens kvalitet avhenge av kvaliteten og dybden av denne hermeneutiske dialogen; de refleksjoner jeg gjør meg med utgangspunkt i mine observasjoner, og i hvilken grad jeg problematiserer og diskuterer mine funn.

Jeg har med utgangspunkt i forskningsspørsmålet mitt og min egen praksisteori fra arbeid med undervisning og skoleutvikling valgt ut – og delvis selv utviklet – to caser med realfagsundervisning på alternative læringsarenaer. Gjennom litteraturstudier, samarbeid med forskerkolleger og flere runder med prøving og feiling, har jeg laget et metodisk og teoretisk rammeverk for studien. Dette har så dannet grunnlaget for utviklingen av to verktøy som jeg har brukt for analysere casene mine. Jeg har lett etter enkeltsituasjoner i datamaterialet som er karakteriserende for læringsrommet og/eller viser elever i særlig engasjert aktivitet. Jeg

har så studert hvordan disse situasjonene forholder seg til hverandre og til det helhetlige undervisningsopplegget, og jaktet etter indikasjoner hvordan eller i hvilken grad disse to aspektene påvirker og betinger hverandre. I kapittel 10 diskuterer jeg så hvordan analysen av de to casene mine i sum belyser forskningsspørsmålet.

Den britisk-australske vitenskapsfilosofen Alan Chalmers har skrevet en bok med tittelen *What is this thing called science?*, som var pensum i et doktorgradskurs i forskningsetikk og vitenskapsfilosofi som jeg fulgte høsten 2011. Chalmers, som selv tok doktorgrad i fysikk og elektromagnetisme, har så definitivt sin bakgrunn i en naturvitenskaplig, kvantitativt orientert forskningstradisjon. Ikke desto mindre understreker også han at forskeren som subjekt påvirker resultatene i et forskningsprosjekt:

What observers see [...] is not determined solely by the images on their retinas but depends also on the experience, knowledge and expectations of the observer (Chalmers, 1999, s. 7).

Kvantemekanikkens gjennombrudd på begynnelsen av 1900-tallet gav en grunnleggende ny innsikt i kausalitet og vitenskapsdannelse, som selv ikke de mest standhaftige positivister kan se bort fra: Vi kan ikke måle på et system uten å påvirke det. Men samtidig er det selvsagt grenser for hvor langt vi kan gå i retning av å bevisst påvirke systemet uten å miste troverdigheten som forskere.

## 11.2 Kvalitet i case- og aksjonsforskning

Colin Robson anfører åtte kvalitetskriterier for kvalitativt orientert forskningsdesign – eller «fleksibel» forskningsdesign, som han foretrekker å kalle det. I boksen på neste side er kriteriene listet opp, så tillat meg å starte med å knytte noen kommentarer til disse:

- Datainnsamlingen til Mind Gap ble nøye planlagt, og stort sett gjennomført i henhold til planene – med enkelte revisjoner og endringer underveis. Datainnsamlingen til Vindmølleuka ble forståvidt også planlagt grundig, men ikke av meg. Kirsti Jegstad samlet altså inn dataene til sitt forskningsprosjekt om UBU-kompetanser i lærerutdanningen, og jeg har overtatt materialet hennes. (pkt. 1)
- Studien min er en kombinasjon av case- og aksjonsforskning. Jeg har to ulike caser, og i begge casene er jeg en aktør – dog på to litt forskjellige måter. (pkt. 2, 3, 4)
- Prosjektet handler om å utforske forholdet mellom læringsrom og læringsprosess ved å gjennomføre undervisning på to ulike alternative læringsarenaer. Jeg leter ikke etter kausale koblinger. (pkt. 5)
- Jeg har forsøkt å være metodisk stringent i arbeidet med prosjektet, og har utviklet et analyserammeverk som jeg bruker på begge casene. Analysen er strukturert med utgangspunkt i begrepene *deltakelse*, *rombruk* og *læringsrom*. (pkt. 6,7)
- Jeg har arbeidet mye med form og språk i avhandlingen, for å gjøre den leservennlig og interessant. Jeg henvender meg til både til lærere, forskere og vitensentermedarbeidere når jeg skriver. (pkt. 8)

Robson (2002, s. 169) fortsetter med å ramse opp egenskaper som behøves hos en «*flexible design investigator*». Blant disse er evnen til å stille gode spørsmål og til å lytte, samt tilpasningsdyktighet, og forståelse. Og så nevner han «*lack of bias*». Spørsmålet om forutinntatthet, eller «*bias*», er grunnleggende i metodelæren. Alle forskningsetiske retningslinjer har dette temaet helt øverst på listene sine, og i sin bok *Ethics of Scientific Research* konstaterer Kristin Shrader-Frechette stoisk at «[a] scientist ought not to do biased research» (1994, s. 26). Et slikt utsagn kan tolkes i tråd med Max Webers maksime, om at forskeren skal være verdinøytral og legge all egeninteresse til side. Hillary Putnam stiller imidlertid spørsmål ved den tilsynelatende dikotomien mellom Webers posisjon – at verdier og interesser ikke har noen plass i vitenskapen – og posisjonen til Jürgen Habermas, som hevdet at verdier og interesser alltid vil være til stede i vitenskapen (Putnam, 1990). Putnam argumenterer for at de to posisjonene ikke gjensidig utelukker hverandre, men at de snarere er sammenfiltret – ettersom «vitenskapelige dyder» som, koherens og stringens, i seg selv representerer et verdisystem.

Men jeg må erkjenne at jeg på mange måter er forutinntatt (og på ingen måte verdinøytral) med hensyn til de teoriene jeg søker å utvikle gjennom dette forskningsprosjektet. Jeg drar med meg min *praksisteori* (Handal & Lauvås, 1999; Schön, 1995) fra virket som didaktiker, lærer og skoleutvikler. Blant mine kjepphester finner jeg blant annet temaene kontekstualisering, tverrfaglighet, estetikk og fenomenologisk realfagsundervisning. Dette er også reflektert i de kriteriene jeg hadde satt opp da

### God fleksibel forskningsdesign.

1. Grundige prosedyrer for datainnsamling følges.
2. Studien forholder seg til de begrensningene som ligger i de(n) valgte metoden(e).
3. Forskeren identifiserer, studerer og tar i bruk en eller flere forskningstradisjoner.
4. Denne tradisjonen trenger ikke være "ren", og prosedyrer fra flere kan kobles sammen.
5. Prosjektet tar utgangspunkt i en enkelt idé eller problem som forskeren søker å forstå; ikke et kausalt forhold mellom variabler eller sammenligning av grupper (hvor «*fixed design*» bør brukes).
6. Studien omfatter detaljerte metodebeskrivelser og stringent tilnærming til datainnsamling, analyse og rapportskrivning. Forskeren har selv ansvar for å verifisere gjengivelsens nøyaktighet.
7. Dataene analyseres i flere ulike abstraksjonsnivå (for eksempel flere tema som kombineres i større tema eller perspektiver, eller vekslinger mellom det konkrete og det generelle).
8. Språkbruken er klar og engasjerende, og får leseren til å oppleve "å ha vært der". Fortellingen og funnene skal være troverdige og realistiske, og reflektere kompleksiteten i den virkelige verden.

Etter Robson (2002, p. 166)

jeg skulle velge caser til prosjektet, som er referert i kapittel 5. Så ble det jo også slik at jeg selv utviklet undervisningsoppleggene i begge casene – nødvendigvis med utgangspunkt i mine egne idéer om hva det er som skaper god undervisning. Og til slutt: Mine analyser, mine tolkninger av empirien, og den litteratur jeg har

valgt ut til for å sette funnene mine i perspektiv – alt dette er farget av min bakgrunn.

I lærerintervjuet etter Vindmølleuka, spurte Kirsti Jegstad meg om hva jeg hadde ønsket å oppnå med uka:

Kirsti: Hva er ditt utgangspunkt? Er det et ønske om å redde verden eller er det ønsket om å engasjere i realfag, eller er det et ønske om å... eller, hva er lik som ditt [fokus]?

Snorre: Nei, det er jo begge deler. Og jeg er jo... jeg er jo veldig lærer i dette, kjenner jeg. Altså, det er veldig... det er jo det at jeg hadde lyst til å gjøre sånn med mine elever også... når jeg var lærer... Men det er klart at for meg er absolutt dette her et idealistisk... aktivistisk... opplegg også... Altså, jeg ønsker å... hjernevaske elevene til å gå ut og redde verden, jeg...

(Lærerintervju, Vindmølleuka)

Her gir jeg altså eksplisitt uttrykk for at jeg har til hensikt å «hjernevaske» elevene. Dette er et ganske drøyt utsagn, og utvilsomt nok et eksempel et på min hang til spissformuleringer. Men, som jeg var inne på i kapitlene om Vindmølleuka, jeg mener faktisk at det er helt greit, som lærer, å møte elevene med en politisk agenda – i hvert fall så lenge man stimulerer elevene til å ta til motmæle, og tydelig gir uttrykk for hva som er politikk og hva som er pensum. Dette er et kontroversielt standpunkt, og mange lærere vil mene at jeg på denne måten misbruker min lærerautoritet overfor elevene. Men jeg mener tvert imot at jeg oppdrar dem til kritisk tenkning og meningers mot – essensiell kompetanse i et levende demokrati.

Likevel, vil du kanskje spørre, er det da også greit å bedrive ikke bare undervisning, men også *forskning* med

politisk agenda? Ja, innenfor aksjonsforskningen er det det. I boken *Action research for educational change* fremhever den britiske utdanningsforskeren John Elliott endringsagendaen som det primære i aksjonsforskning, ikke kunnskapsutviklingen:

The fundamental aim of action research is to improve practice rather than to produce knowledge. The production and utilization of knowledge is subordinated to, and conditioned by, this fundamental aim (Elliott, 1991, s. 49).

Elliott tar altså til orde for at aksjonsforskningen først og fremst er aksjon, og dernest forskning. Samtidig anfører Jean McNiff og hennes kolleger at de tradisjonelle vitenskapelighetskravene til reproduserbarhet og generaliserbarhet ikke fungerer når det gjelder aksjonsforskning – akkurat som Yin poengterte i forhold til caseforskningen:

It is neither possible nor desirable to aim for replication or generalization, since the aim is to understand rather than predict, to liberate rather than control. People do research on themselves, not on others; they do research with others in order to understand and improve their social practices. They share those stories, not competitively but collaboratively. This shared learning can lead to the construction of knowledge. (2003, s. 133)

Dersom McNiff og kollegene med dette mener å antyde at kunnskap innenfor det tradisjonelle vitenskapspadigmet først og fremst spres i konkurranseøyemed («competitively»), er dette selvsagt en drøy påstand. Det finnes sikkert forskere som er ærgjerrige på egne vegne og derfor kan mistenkes for å holde tilbake resultater dersom publisering ikke tjener deres egen karriere.

re. Men vitenskapen har opp gjennom historien utviklet seg som en diskurs på tvers av tid, rom og kulturelle barrierer, der nettopp åpen deling av resultater er det som har drevet forskningen fremover. Orienteringen mot det kollektive («collaboratively») er kan derfor noe aksjonsforskningen kan sies å ha til *felles* med den tradisjonelle vitenskapen, selv om det nok kommer enda tydeligere til uttrykk innenfor aksjonsforskning.

Denne diskusjonen griper egentlig inn til kjernen i begrepet vitenskapelig troverdighet; det handler om åpenhet knyttet til prosessen som leder frem til kunnskap. For kunnskap er ikke noe gitt, det er noe vi som vitenskaperere kreerer i møter med verden. Men for at min kunnskap om verden skal vinne legitimitet som kunnskap overfor andre, må jeg kunne redegjøre for *hvor* jeg har kommet frem til den.

I følge Joel Levin er det tre viktige troverdighetshensyn som må tas når man skal gjøre det han kaller *research-based educational interventions*, nemlig 1) vitenskapelig troverdighet (*scientific credibility*), 2) kontekstuell relevans (*contextual accretability*), og 3) utdanningsfaglig troverdighet (*educational credibility*) (Levin, 2004, s. 182).

Tilsvarende anfører Robert Yin (2009, s. 24) også kvalitetskriterier for en casestudie, hvor han legger vekt på de måletekniske standardbegrepene *validitet* (gyldighet – om man måler det man har ment å måle) og *reliabilitet* (pålitelighet eller reproduserbarhet). Jeg mener i utgangspunktet at krav om validitet og reliabilitet først og fremst hører hjemme i studier der man leter etter kausale sammenhenger. Studien min er neppe reproduserbar, selv om jeg har forsøkt etter beste evne å doku-

#### Questions on action research:

- What is my concern?
- Why am I concerned?
- How do I show the situation as it is and as it develops?
- What can I do about it? What will I do about it?
- How do I test the validity of my claims to knowledge?
- How do I check that any conclusions I come to are reasonably fair and accurate?
- How do I modify my ideas and practices in light of the evaluation?

(McNiff & Whitehead, 2011, p. 9)

mentere prosessen underveis og presentere her i avhandlingen min fremgangsmåte, min tolkningskontekst og mine prioriteringer. En annen forsker i mitt sted ville neppe kommet frem til det samme som jeg – også fordi jeg på mange måter inkluderer min egen praksisteori som lærer i studiens empiriske grunnlag.

Men jeg kan ikke skjule meg bak aksjonsforskningsfanen og slik komme meg helt unna validitetskravet. Som vist i boksen ovenfor, løfter Jean McNiff og Jack Whitehead (2011) frem spørsmålet om validitet som et grunnleggende tema i aksjonsforskningen. De skriver i boken sin at «the validity of a claim to knowledge [...] is done primarily by arranging for critique» (2011, s. 170, min utheving). Dette kravet har jeg møtt på følgende måter:

- Når det gjelder Vindmølleuka, har jeg hatt mange og lange diskusjoner med Kirsti Jegstad om undervisningsopplegget – som vi også skrev en artikkel om i forkant av uka (Jegstad & Nordal, 2012). Gjennom lærerintervjuet og innspillene som Jegstad

samlet inn fra elevene (intervju og spørreskjema), har jeg også fått mange tilbakemeldinger vedrørende både opplegget og gjennomføringen.

- Når det gjelder Mind Gap, har jeg gått enda flere runder for å innhente andres vurderinger. Jeg har gjennomført fire fokusgruppeintervjuer med elever, sju intervjuer med lærerne og fem intervjuer med omviseren. I tillegg har jeg hatt to intervjuer med Stine Kühle-Hansen, som fulgte undervisningsopplegget med Skole B og Skole E. Intervjuene med Serge von Arx og Svein Magnussen har også i noen grad gitt meg kritiske refleksjoner på arbeidet mitt.

I tillegg har jeg i løpet av doktorgradsløpet gjennomført tre seminarer, og også utenom disse hatt mange diskusjoner med kolleger og veiledere om både prosjektet som sådan og om arbeidet med avhandlingen.

Ellers understreker Sigrid Gjatterud (2011, s. 91-93) at resultatene fra en aksjonsforskningsprosess må valideres med utgangspunkt i ståstedet til den som skal lese sluttproduktet. Hun går i sin avhandling gjennom fire spørsmål som Whitehead og McNiff (2006) stiller til validering av den tekstlige dokumentasjonen: 1) Er redegjørelsen forståelig og leservennlig? 2) Er redegjørelsen grundig og sannferdig? 3) Er redegjørelsen ydmyk og oppriktig? 4) Er prosjektet og redegjørelsen formålstjenlig?

Jeg forsøker å gjøre denne avhandlingen så leservennlig, grundig og oppriktig som mulig. Jeg forsøker også å gjøre den «formålstjenlig», ved å komme med konkrete konklusjoner og forslag til anvendelser av disse i Del 6. Jeg forteller hva jeg har gjort, hvorfor jeg har gjort det,

og hvilke refleksjoner jeg sitter igjen med etterpå – og så håper jeg det gir studien vitenskapelig troverdighet. Videre prøver jeg å argumentere for at studien er relevant og anvendbar, med utgangspunkt i didaktisk litteratur og mine egne erfaringer. Men den virkelige testen av utdanningsteorier skjer i singel-case møter med elever, dag for dag. Og den reflekterende praktiker (Schön, 1995) vil utvide og raffinere sin teori for hvert nye møte.

Den østerriksk-britiske filosofen Karl Popper (1902-1994) tok i *The Logic of Scientific Discovery* (1959) til orde for at *falsifiserbarhet* er det viktigste vitenskapelige kjennetegn, og at forskning bør ta utgangspunkt i falsifiserbare hypoteser slik at vi kan skaffe oss allmenngyldige kunnskaper om verden gjennom logisk deduksjon. Yin (1994, s. 35) understreker imidlertid at kausal logikk ikke kan brukes i deskriptive eller utforskende casestudier – som denne. Selv om min studie kan bidra med innsikter som har generell gyldighet i realfagsdidaktikken, frembærer den altså ingen statistisk signifikante funn. Den kan derfor ikke forventes å kunne forklare tilfeldig utvalgte undervisningssituasjoner, og derved er studien *ikke falsifiserbar*. Flyvbjerg påpeker faktisk at «there does not and probably cannot exist predictive theory in social science» (2006, s. 223). Og hvis en teori ikke er prediktiv, altså ikke gir seg ut for å kunne forutsi fremtidige utfall, så kan den da heller ikke falsifiseres?

Men selv om teoriene mine ikke er falsifiserbare allment sett, så er de etterprøvbare. Hele poenget med kvalitativ skoleforskning er jo å utvikle teorier og eksempler som kan brukes i skolen for å forbedre den (Abell &

Lederman, 2010, s. xiii) – og teoriene vil altså i skolen utsettes for den ultimate test av praktisk anvendelse. Dessuten kan teoriene selvsagt testes av andre lærere og forskere i nye kontekster. Deres bidrag vil da ikke være å bekrefte eller avfeie teorien, men snarere å modifisere og utvide den. Likevel kan vi her snakke om *verifiserbarhet*, som et alternativ til falsifiseringspremisset.

Colin Robson legger vekt på at *triangulering* kan bidra til å styrke troverdigheten til vitenskapelige studier. Trianguleringsbegrepet kommer egentlig fra landmåling og navigasjon til havs; dersom du seiler på kompasskurs og får tatt peiling på et fyr fra to ulike posisjoner langs kursen, vil du kunne tegne opp en trekant i draftet med den ene siden langs kursen din og de to andre sidene langs peilelinjene (med målt kompassvinkel). Da vil du også vite din nøyaktige posisjon i forhold til fyret. Robson (2002, s. 174) trekker frem fire ulike typer triangulering i sosiologisk forskning:

- Datatriangulering; bruk av mer enn en metode for datainnsamling (f.eks. observasjon, intervjuer og dokumenter)
- Observatørtiangulering; bruk av mer enn en observatør i studien
- Metodisk triangulering; kombinerer av kvantitative og kvalitative tilnærminger
- Teoritriangulering; bruk av multiple teoretiske perspektiver

I min studie har jeg benyttet meg av datatriangulering ved at jeg har basert meg på en kombinasjon av observasjoner og intervjuer, samt innsamlede elevarbeider og mine egne aksjonslogger. Jeg har i noen grad brukt

observatørtiangulering, gjennom intervjuene med lærere og elever, omviseren i Mind Gap, Stine Kühle-Hansen og andre. Jeg har også hatt mange uformelle samtaler med Kirsti Jegstad om dataene fra Vindmølle-uka. Metodisk triangulering har jeg imidlertid ikke brukt i den betydningen Robson fremholder, ettersom jeg utelukkende har støttet meg til kvalitative data. Likevel vil jeg mene at de to casene innebærer en metodisk variasjon, i skjæringsfeltet mellom aksjonsforskning og caseforskning. Mine teoretiske perspektiver har primært vært hentet fra generell læringsteori, pedagogikk og realfagsdidaktikk, vitensenterdidaktikk, samt estetisk og fenomenologisk orientert didaktikk. Jeg er i tvil om dette i sum har innebåret noen form for teoretisk triangulering, ettersom jeg har vevd de teoretiske perspektivene sammen til en forståelsesramme for hele prosjektet, og ikke brukt dem hver for seg som analytiske redskaper.

Norman Denzin og Yvonna Lincoln understreker for øvrig i *Handbook of Qualitative Research* at

Triangulation is not a tool or strategy of validation, but an alternative to validation. [...] The combination of multiple methods, empirical materials, perspectives and observers in a single study is best understood, then, as a strategy that adds rigor, breadth, and depth to any investigation. (Denzin & Lincoln, 1994, s. 2)

I analysen av dataene mine har jeg jobbet med å utvikle begreper, kategorier og perspektiver som favner de mest interessante situasjonene i materialet. Opptaksdata (videoer og lydfiler) ble transkribert, og sammen med loggdata lagt inn i analyseprogrammet Atlas. Dette



fungerer som en form for avansert kartotek, hvor du legger inn lenker mellom de ulike dokumentene og en kategoridatabase, som du hele tiden kan utvikle. I tillegg kan du legge inn kommentarer og memoranda som metadata til dokumentene du arbeider med, og også bruke dette som sorteringsverktøy. Dessuten har jeg arbeidet mye med papir og blyant for å gjøre datavilnisset mer håndterlig; jeg har laget store tankekart og hengt dem opp på veggen, og flyttet rundt på gule lapper med stikkord fra kategoridatabasen.

I dette arbeidet har jeg knadd og knadd på begreper og resonnementer og forståelsesrammer, i en dialektisk prosess som er beslektet både med det Amedeo Giorgi og Steinar Kvale beskriver som *meningsfortetting* (Giorgi, 2009; Kvale et al., 2009) og med det Bo Eneroth kaller *den dialektiske metoden* (Eneroth, 1987). Følgelig har også mitt analytiske rammeverk vært under utvikling helt til siste slutt, og jeg har måttet nærme meg de samme situasjonene i datamaterialet igjen og igjen, med nye verktøy og nye briller.

Min rolle var altså noe ulik i de to casene. I Vindmølleuka hadde jeg full regi over undervisningsopplegget, og i tillegg var det jeg som underviste elevene – praktisk talt hele uka. I Mind Gap laget jeg riktig nok undervisningsopplegget, men det var omviseren og lærerne (i for- og etterarbeidet) som sto for undervisningen – som da ikke alltid ble helt i tråd med hva jeg hadde tenkt. Rollen min ble altså mer som en *observatør* i Mind Gap, mens jeg fullt ut var en *aktør* i Vindmølleuka. Slik sett er det Vindmølleuka som fremstår som den mest typiske aksjonsforskningscasen – selv om inter-

vensjonen min også i Mind Gap absolutt var både tydelig og betydningsfull.

Men det at undervisningen i Mind Gap ikke alltid fulgte mine anvisninger, svekker casen noe. Det medførte at intervensjonen ble mer utydelig, og det kunne også til tider føre til at helheten i undervisningsopplegget ble litt mangelfull. Jeg burde nok ha coachet omviseren klarere i hvordan jeg ønsket at den reviderte omvisningen skulle være. Eller burde jeg gjennomført omvisningen selv, slik Stine Kühle-Hansen foreslo, hvis jeg hadde så sterke meninger om hvordan det skulle være? I det andre intervjuet med Stine gav jeg følgende forklaring på hvorfor jeg heller valgte å observere omviseren:

Snorre: Jeg lurte jo på om jeg skulle prøve å... gjøre det selv nå i andre runden. Men jeg kom til at da ville det være så vanskelig å observere meg selv at... at selv om jeg kunne sett på videoen og sånt etterpå så ville det på en måte... da hadde jeg ikke vært der ordentlig sånn som observatør. Da ville jeg liksom vært så inne i min egen lærerboble at det ville være vanskelig å klare å se ordentlig hva som skjedde. (Intervju med Stine Kühle-Hansen, 26/10 2012)

I tillegg fulgte at jeg ønsket å sammenligne undervisningen basert på det opprinnelige undervisningsopplegget (Skole A og B) med undervisningen basert på det reviderte opplegget (Skole C, D og E) – og for at sammenligningen av disse skulle være troverdig burde det være samme omviser som gjennomførte dem.

Til syvende og sist hadde dette siste ikke betydd så mye, ettersom jeg valgte å basere analysene mine på det reviderte undervisningsopplegget, og særlig Skole C. Dessuten er poenget med å være «inne i min egen læ-

rerboble» akkurat det samme i Vindmølleuka-casen – det var bare det at jeg på dette tidspunktet ennå ikke hadde bestemt meg for å inkludere Vindmølleuka som case i prosjektet.

Dette har vært et forskningsprosjekt hvis både mål og metoder (i stor grad) har blitt utviklet og omdefinert underveis. Prosjektets ikke-lineære forløp kan på samme tid betraktes som dets svakhet og som dets styrke. På den ene siden kan mangelen på lineær stringens sies å svekke studiens metodiske robusthet. Men samtidig innebærer dette at studien er blitt mangefasettert, og dette vil forhåpentligvis kunne gjøre den rikere – og relevant for enda flere.

### II.3 Intervjuet som forskningsverktøy

Forskningsintervjuet [...] blir definert som et intervju som har som mål å innhente beskrivelser av den intervjuetes livsverden, med henblikk på fortolkning av de beskrevne fenomenene. (Kvale 2001, s. 21)

Ordet intervju kommer fra det franske *entrevue*, som betyr «sammenkomst». Vi har lånt den engelske formen av ordet, *interview*, som synliggjør en annen betydning av ordet, nemlig «det som ligger mellom to synspunkt» – *inter view* (jmfør filosofen Hans-Georg Gadamer's begrep horisontsammensmelting). En slik forståelse av ordet åpner for en «intervjuer» som en deltaker i frembringingen av kunnskap. Intervjuet vil da kunne få mer form av en *samtale* (Eneroth, 1987, s. 62; Kvale, 1996; Østergaard, 1998, s. 32). Østergaard (1998) skriver om det han kaller «samtalens og lyttingens fenomenologi» at intervjuerens subjektive innlevelse og deltakelse i intervjuet ikke er en forskningsmetodisk feilkilde, men

tvært imot en forutsetning for å kunne trenge dypt inn i et tema. Likevel er forskningsintervjuet selvsagt rettet mot den intervjuete (og dennes livsverden); om man velger å kalle det for intervju eller samtale, så er det i alle fall snakk om at man henvender seg til en person som man betrakter som en interessant samtalepartner/intervjuobjekt ut fra visse seleksjonskriterier. Det er dette som gjør forskningssamtalen intensjonal.

Samtidig er det viktig at intervjuet ikke utarter til løst slabberas. Edvin Østergaard (1998, s. 32) påpeker at det kvalitative forskningsintervjuet er en kombinasjon mellom en utspørringssituasjon og en samtale. Jette Fog skriver:

For å kunne kalle det kvalitative forskningsintervjuet en metode, er det behov for at det i ulik grad formaliseres og struktureres. (Fog, 1998, s. 12)

Det strukturelle utgangspunktet de intervjuene jeg (og Kirsti) gjennomførte, var semistrukturerte intervju guider (Robson, 2002, s. 27 – se Vedlegg 2 og Vedlegg 5). Jeg hadde altså på forhånd laget en rekkefølge med tema og spørsmål, men at jeg lot intervjuene utvikle seg som en muntlig dialog uavhengig av spørsmålenes formulering og rekkefølge. Krueger og Casey anbefaler at man velger slike *questioning routes* heller enn mer vage *topic guides* (2000, s. 43).

Også Robson (2002, s. 278-280) vektlegger viktigheten av en intervjuguide, også ved mindre strukturerte intervjuer. Han refererer John og Lyn Lofland (1995), som skriver:

A guide is not a tightly structured set of questions to be asked verbatim as written, accompanied by an associated range of preworded likely answers. Ra-

ther, it is a list of things to be sure to ask about when talking to the person being interviewed... You want interviewees to speak freely in their own terms about a set of concerns you bring to the interaction, plus whatever else they might introduce. (ibid, s. 85)

De fleste intervjuguidene er strukturert i henhold til Kruegers (1998) fem spørsmålskategorier: Åpnings-spørsmål, introduksjons- og overgangsspørsmål, nøkkel-spørsmål og avslutningsspørsmål. Jeg forsøkte å formulere spørsmålene så konkret som mulig, men samtidig så åpent at de(n) intervjuete ble brakt inn i resonnementer. Jeg unngikk ja/nei-spørsmål. Samtidig prøvde jeg også å unngå å spørre om flere ting samtidig – jmfør «endimensjonale spørsmål» hos Ary et al. (1996). Jeg prøvde også å følge rådene fra Kvale (2001) og Krueger (1998) om å unngå for mange hvorfor-spørsmål, som ifølge Kvale kan lede til et «intellektualisert intervju», ettersom den intervjuete tvinges inn i årsaksforklaringer i stedet for å fortelle om egne erfaringer og opplevelser.

#### II.4 Analyseverktøyet

Det finnes flere måter å analysere kvalitative data på. I boksen på neste side er Colin Robsons<sup>34</sup> oppstilling av fire grunnleggende forskjellige tilnærminger til dette. Det analyseverktøyet jeg utviklet – med romdiagrammet og deltakelsesmatrisen – må plasseres nærmest kategorien mal-tilnærming (*template approaches*), selv om verktøyet var under stadig bearbeiding underveis og jeg arbeidet mye med å finne mønstre i datamaterialet mitt

<sup>34</sup> Robson oppgir at dette delvis er basert på et paper av James Drisko (2000).

#### Different approaches to qualitative analysis

##### *Quasi-statistical approaches*

- Use word of frequencies and inter-correlations as key methods of determining the relative importance of terms and concepts
- Typified by *content analysis*

##### *Template approaches*

- Key codes are determined either on an a priori basis (e.g. derived from theory or research questions) or from an initial reads of the data
- These codes serve as a template (or 'bins') for data analysis; the template may be changed as analysis continues
- Text segments which are empirical evidence for template categories are identified
- Typified by *matrix analysis*, where descriptive summaries of the text segments are supplemented by matrices, network maps, flow charts and diagrams

##### *Editing approaches*

- More interpretive and flexible than the above
- No (or few) a priori codes
- Codes are based on the researcher's interpretation of the meaning or patterns in the texts
- Typified by *grounded theory* approaches

##### *Immersion approaches*

- Least structured and most interpretive, emphasizing researcher insight, intuition and creativity
- Methods are fluid and not systematized
- Close to literary/artistic interpretation and connoisseurship (i.e. calling for expert knowledge and targeted at a similarly skilled audience)
- Difficult to reconcile with the scientific approach (Robson, 2002, s. 458)

(noe som kan forbindes med det Robson kaller *editing approaches*).

Jeg kom tidlig frem til at jeg ville bruke ulike former for deltakelse og egenbevegelse i analysene mine. Jeg hadde som nevnt mange diskusjoner med Aksel Hugo om hvordan ulike typer deltakelse kan kategoriseres og hvordan dette kan relateres til de forskjellige egenbevegelsesformene. Etter hvert som jeg satt og kodet dataene i ATLAS, så jeg behov for å endre enkelte kategorier. Jeg endte altså opp med fem ulike deltakelsesdomener – persepsjon, kognisjon, emosjon, sosialisering og handling. I utgangspunktet var tanken å relatere deltakelsesdomenene til ulike hukommelsesregistre i hjernen (jæmfør Squire, 2004), slik jeg fremla det i kapittel 3.2 – med kognitiv, handlende, perseptiv og emosjonell hukommelse. Imidlertid så jeg da jeg kodet dataene mine at det var en type deltakelse som var vanskelig å kode i disse fire kategoriene – nemlig den deltakelsen som knyttet seg til sosial interaksjon. En mulighet var å koble dette til den emosjonelle deltakelsen, men i de praktiske læringssituasjonene kunne det vel så ofte opptre i forbindelse med handlende deltakelse. Likevel kan man argumentere for at en kobling av sosial deltakelse til det emosjonelle domenet ville forenklet matrisen, og gjort den mer læringsteoretisk stringent.

Ellers var det selvsagt fra tid til annen utfordrende å vurdere koding av for eksempel emosjonell deltakelse fra videoopptakene. I noen sammenhenger der jeg ikke hadde utsagn fra lærere eller elever å støtte meg til, måtte jeg bruke min egen opplevelse av situasjonen som måleinstrument.

Romdiagrammet mitt fremstår som et aksekors, men består egentlig av tre dimensjoner – og ikke to, som i et todimensjonalt kartesiansk koordinatsystem. Den ene aksene – med *åpent* og *lukket* – omfatter dikotomier knyttet til samme kvalitet (spillerom). Men den andre aksene – med *iscenesatt* og *autentisk* – omfatter kvaliteter som ikke (nødvendigvis) representerer to ytterpunkter som gjensidig utelukker hverandre. Ofte vil imidlertid et autentisk læringsrom innebære lite iscenesettelse og vice versa. Jeg fant det derfor formålstjenlig og mer pedagogisk å fremstille diagrammet i to dimensjoner, fremfor tre. De to aksene har ingen enhetsinndeling, og jeg har derfor lagt inn tre referanserom – et åpent og autentisk rom (*feltarbeid*), et åpent og iscenesatt rom (*improteater*) og et lukket rom som verken er iscenesatt eller autentisk (*tavleundervisning*). Referanserommene er inntegnet i diagrammet med stiplet kantlinje, for å angi at de kan strekkes i mange retninger. I analysen plasserte jeg ulike situasjoner fra casene inn i diagrammet, slik at hvert case i sum danner et todimensjonalt bilde i diagrammet.

En konsekvens av den manglende enhetsinndelingen og at det egentlig er tre akser (ikke bare to), er at skjæringspunktet mellom aksene ikke umiddelbart kan betraktes som origo (nullpunkt). I kapitlene 8.3 og 9.3 omtaler jeg midtpunktet på åpent-/lukket-aksen(e) for *nøytralt*, og midtpunktet på autentisk-/iscenesatt-aksen(e) for *ordinært*. Jeg vurderte å legge inn flere referansepunkter, men fant ut at det ble for uoversiktlig. Jeg vurderte også om jeg skulle ha to diagrammer – ett med autentisk versus åpent/lukket og ett med iscenesatt versus åpent/lukket – men besluttet å samle det

i ett bilde for at casene lettere skulle kunne sammenlignes.

Ellers er det en essensiell faktor i læringsrommet som ikke kommer eksplisitt til uttrykk i verken læringsromdiagrammet eller deltakelsesmatrisen: Læreren. Det var en stund aktuelt å legge inn et diagram som karakteriserte lærerens aktivitet i rommet – både med hensyn til hvilken rolle læreren inntok, og i forhold til hvor tydelig læreren markerte rollen. Men jeg bestemte til slutt at jeg ønsket å holde hovedfokus på de øvrige rammefaktorene som preger læringsrommet – og da særlig dynamikken mellom det fysiske rommet og elevenes læringsaktiviteter.

Begrepet læringsprosess er komplekst, og har mange aspekter ved seg. Et aspekt knytter seg til det som skjer i interaksjonen mellom den lærende og det verdensfenomen den lærende møter, og dette kan beskrives helhetlig og syntetiserende som ett møte. Et annet aspekt knytter seg til de ulike stadiene i dette møtet, og kan beskrives analytisk som punkter på en tidslinje. Mine analyseverktøy mangler i utgangspunktet tidsdimensjonen, og fungerer derfor ikke optimalt til å analysere læringsprosessens temporale aspekt. Dette har jeg forsøkt å innarbeide i kapittel 10 ved å diskutere hvordan undervisningsoppleggene gjennomløper ulike faser, og se dette i relasjon til grensesituasjonene fra de todimensjonale bildene av hver case i romdiagrammet.

Vurdering av læringsprosessen handler også om hvordan og i hvilken grad elevene når læringsmålene, og hvilke kjennetegn for måloppnåelse man skal legge til grunn. Dette, som også har med læringsprogresjon å gjøre, var jeg inne på i kapitlene 8.3, 9.3 og 10.2.

## 11.5 Om det åpenbare: Åpenbaringer, rettethet, blindsoner og det å svare på egne spørsmål

Jeg må innrømme at jeg har slitt med å betrakte meg selv som *forsker* i dette doktorgradsarbeidet. Dette ordet assosierer jeg med ekstremt fokusert og målrettet granskning av områder i tilværelsen som de fleste av oss aldri kommer i befatning med. Forskeren lukker seg inn i sitt studerkammer, hvor han lever på svidd kaffe og tørre tidsskrift, og kommer i høyden ut en gang i semesteret for å holde foredrag på en konferanse i Usbekistan, eller kjøpe nye Post It-lapper til PC-skjermen. Riktig nok har jeg skjant at *aksjonsforskere* er en litt annen kopp te, preget som miljøet er av raddiser og avblomstrede hippier, men også dette ordet forekommer meg lett intimiderende – med fornemmelser av noe geriljakrigersk og smålurvete.

Mine kolleger her ved seksjonen er imidlertid ingen av delene – de jobber med lærerutdanning; håndfast, vennlig og samfunnsnyttig. De har noen mindre forskningsprosjekter liggende på kontorene sine, mellom praksisrapporter, utviklingsprosjekter og forelesningsnotater, men de er nesten aldri på kontorene sine, fordi de er ute i verden og brenner for undervisning og *Den gode skolen*.

Dette kan jeg kjenne meg hjemme i; også jeg har med glede takket ja når jeg har fått forespørsler om å forlate skrivepulten min for å undervise i ulike deler av realfagslærerutdanningen ved NMBU. Etter hvert som stipendiatperioden skred frem, måtte jeg likevel legge den ene undervisningsoppgaven etter den andre på hylla.

Jeg skulle konsentrere meg om å være doktorgradsstipendiat, og *forske*.

Men det var også skole og undervisning jeg skulle forske på, og det kan jeg jo tross alt litt om. En hel del, faktisk. Jeg har jo tross alt undervist ganske mange elever, og fått gode tilbakemeldinger på undervisningen min. Jeg har altså ganske mange svar, for meg helt *åpenbare svar*, på hva det er som fungerer i skolen.

Ja. Nettopp. Så jeg vet altså hva jeg skal finne, hva som skal bli svaret – eller? Handler forskningen bare om å finne frem til de riktige spørsmålene, til svar man allerede kjenner? Nei, helt så banalt er det heldigvis ikke. Forholdet mellom *spørsmål* og *svar* er kanskje den aller viktigste av alle vitenskapsteoretiske problemstillinger.

### II.5.1 De drivende spørsmål

Den tyske filosofen og psykologen Franz Brentano (1838-1917) understreket betydningen av *intensjonalitet*, rettethet, i filosofi som vel som all annen vitenskapelig virksomhet. Det å drive utforskende arbeid krever riktig nok fleksibilitet, og som Robert Yin påpeker: «Few case studies will end up exactly as planned» (2009, s. 70). Men i den grad studiens retning forandres, skal det være på bakgrunn av bevisste valg, og man må hele tiden være bevisst hva disse valgene innebærer. Yin igjen:

One of the worst complaints about the conduct of case study research is that investigators change directions without knowing that their original research design was inadequate for the investigation, thereby leaving unknown gaps and biases. Thus, the need to balance adaptiveness with *rigor* – but not rigidity – cannot be overemphasized. (2009, s. 71)

Forskningsspørsmålene til dette prosjektet har blitt skrevet om en rekke ganger siden jeg førte de første utkastene til prosjektbeskrivelse i pennen høsten 2009. Jeg har rett nok innsnevret fokuset en del etter hvert som jeg har arbeidet meg mer og mer inn i stoffet, men det er likevel en tydelig felles retning på spørsmålsformuleringene. Det *behovet for forandring* som jeg kjente etter å ha arbeidet med Newton-rommet i Nannestad, knyttet seg altså til to grunnleggende utfordringer: 1) Rommet fremsto som et lite autentisk, kunstig *showroom*; og 2) Det manglet en helhetlig estetisk sammenheng mellom rommet og de læringsaktivitetene som skulle finne sted der. Disse manglene opplevde jeg også gjaldt for flere av de vitensentrene jeg hadde besøkt, og derfor tenkte jeg at studien også kunne rettes inn i en vitensenterdidaktisk diskurs.

La meg rekapitulere litt videre: I utgangspunktet var faktisk dette tenkt som en internasjonal komparativ studie av vitensentre. Imidlertid gikk jeg etter hvert bort fra dette, først og fremst av praktiske hensyn, og jeg endte opp med Mind Gap-utstillingen ved Teknisk Museum (NTM). Tanken var da å drive intervensjonsforskning på denne casen, i henhold til metodikk fra designbasert forskning (Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004; Sandoval & Bell, 2004), med en eller flere iterasjonsrunder (intervensjonssyklus). Jeg vurderte også å inkludere i studien en tidligere prisbelønnet temporærutstilling fra NTM, *Klima X*, som i 2011 ble satt opp igjen ved vitensenteret Heureka i Helsinki, men jeg ble frarådet dette fordi det ville medføre mye komplisert logistikk. I stedet satte jeg i gang med Mind Gap-casen, og planla dette som designbasert forskning med én itera-

sjon. To uker før jeg skulle begynne å samle inn data i den første Mind Gap-runden, gjennomførte jeg som et sideprosjekt Vindmølleuka med 24 ungdomsskoleelever. Men det var ikke før mot slutten av den andre runden i Mind Gap at jeg bestemte meg for å inkludere Vindmølleuka som case til doktorgraden.

Med inkluderingen av Vindmølleuka, passet ikke lenger DBR (*Design Based Research*) som overordnet forskningsstrategi, ettersom det der ikke var snakk om noen intervensjon, men snarere en aksjon. Jeg vurderte om jeg skulle bruke DBR og aksjonsforskning side om side, men ble frarådet dette av veilederne mine, ettersom det ville gjøre prosjektet uoversiktlig og vanskelig å håndtere frem mot avhandlingen. Videre ble jeg anbefalt å holde hovedfokus på den andre runden i Mind Gap (Skole C, D og E), hvor jeg selv hadde laget undervisningsopplegget. Slik ble de to casene noe mer symmetriske, og jeg fant at begge kunne tolkes inn i en overordnet aksjonsforskningsstrategi. I løpet av arbeidet med analysen bestemte jeg meg også for å legge mest vekt på Skole C, ettersom det var herfra jeg fikk mest interessante data. Det kunne selvsagt være interessant å analysere hvorfor elevdeltakelsen ikke var like sterk på de andre skolene, og jeg kommer så vidt inn på dette i analysen. Men ettersom jeg fokuserer på det spesielle snarere enn det generelle, fant jeg at jeg like gjerne kunne fokusere på de mest fruktbare delene av datamaterialet.

Jeg tenker at også dette knytter seg til spørsmålet om intensjonalitet. På samme måte som jeg håndplukker caser med utgangspunkt i en bestemt agenda – det Robson kaller *purposive sampling* (2002, s. 164) – vel-

ger jeg også ut de delene av datamaterialet som jeg oppfatter som mest interessante, for å belyse de temaene jeg ønsker å studere. Men da blir det også ekstra viktig at jeg ikke underslår de innsiktene jeg måtte komme til som strider mot mine teorier og tolkninger, og at jeg hele tiden er åpen for «*rival explanations*» (Yin, 2009, s. 34).

Mine metodiske valg i dette prosjektet har altså drevet meg fra en internasjonal komparativ studie av vitensentre, via en designbasert studie av Mind Gap, til en studie av to caser innenfor et aksjonsforskningsdesign.

Det som gjør at nettopp *aksjonsforskning* utgjør den metodologiske overbygningen, er at min egen rolle er så aktiv i de to casene (og spesielt i Vindmølleuka). Men dette er likevel ikke noe klassisk aksjonsforskningsprosjekt, ettersom forskningsspørsmålet mitt ikke (eller hvert fall ikke eksplisitt) handler om å forandre eller forbedre praksis:

Hvordan kan man forstå samspillet mellom læringsrom og læringsprosess på alternative arenaer for naturfagundervisning?

Forskningsspørsmålet peker altså på et ønske om å få dypere innsikt i mulige mekanismer mellom faktorer i en sammenheng, og til dette egner caseforskningen seg. Jeg har valgt ut to caser som representerer to svært forskjellige sammenhenger, og studerer mekanismene med samme verktøy i begge casene. Dette verktøyet har jeg utviklet for å kunne karakterisere og kontrastere de to casene, som slik utgjør to forskjellige forståelsesrammer for samspillet mellom læringsrom og læringsprosess.

### II.5.2 Feilkilder, tautologier og hermeneutiske kortslutninger

I all forskning er det feilkilder, og i kvalitativ forskning kan det være særlig vanskelig å vurdere hvor stor vekt man skal tillegge usikkerheten i resultatene. Jeg er helt på det rene med at det hefter usikkerhet ved de konklusjonene jeg trekker. Alle målinger er gjort med meg selv eller andre enkeltpersoner som måleinstrument – riktig nok med hjelp av «stivnede øyeblikk» i lyd og bilder, som vi har kunnet gå tilbake til for å revurdere situasjonene. Men uansett: Resultatene vil nødvendigvis måtte bli svært personavhengige. Samtidig, som sosiologen Katrine Fangen vektlegger, er vi altså bærere av et utrolig følsomt måleinstrument som i deltakende observasjon er i stand til å registrere omfattende og nyanserike data fra situasjoner med mellommenneskelig samhandling (Fangen, 2010).

Likevel kan det være grunn til å spørre om jeg faktisk får tilgang til elevenes opplevelser og læringsprosess gjennom de dataene jeg samler inn. Vel intervjuer jeg noen av dem, men vil de fortelle alt til meg – en fremmed forsker – omsvøpløst og uttømmende? Og i hvor stor grad er de egentlig bevisste sin egen læringsprosess, i situasjonen? Er elevene i stand til å sette ord på sine egne innsikter og erfaringer? Nå intervjuer jeg jo også lærerne, som jeg regner med kjenner sine elever og deres læringspreferanser godt, og jeg bruker i tillegg både meg selv, omviseren og andre voksne for å vurdere læringssituasjonene. Men her er det store rom for feiltolkninger – blant annet når jeg skal vurdere egenbevegelsen og de områdene av elevdeltakelsen som ikke manifesterer seg i synlig aktivitet.

Videre er det opplagt slik at opplevelser og situasjoner blir påvirket av min tilstedeværelse og det faktum at undervisningen foregår i en forskningskontekst. Dette kaller Robson *researcher reactivity* (2002, s. 172). Robson anfører at hvor sterk denne effekten blir blant annet avhenger av hvor trygge og vante elevene er med forskerens tilstedeværelse. I Mind Gap gikk elevene med hodekamera, som selvsagt påvirket situasjonen – selv om jeg ble overrasket over hvor lite det så ut til å distrahere elevene. Kari Beate Remmen brukte tilsvarende hodekameraer i sin feltstudie, og konkluderer med at elevene i liten grad ble påvirket av kameraene (Remmen, 2014, s. 43).

Da var nok det å bli forsket på som sådan et viktigere påvirkningselement. I noen tilfeller ble dette også forsterket av et par av lærerne, som stadig kom tilbake til formålet med min studie når de snakket med elevene. Dette kan ha svekket studiens validitet, ettersom det kan ha farget elevenes handlingsmønstre og hva de la vekt på i intervjuene. I noen av intervjuene falt det nok også enkelte ledende spørsmål fra min side, kanskje særlig overfor elevene dersom jeg følte at samtalen gikk trått.

Edvin Østergaard hevder riktig nok at det i utgangspunktet ikke er et problem at intervjueren og den intervjuede påvirker hverandre. Han skriver:

Når intervjuer og den intervjuede gjensidig påvirker hverandre, blir dette i et tradisjonelt positivistisk forskningsperspektiv betraktet som en feilkilde, mens det i kvalitativ metode derimot betraktes som en forutsetning. I stedet for å forsøke å eliminere samspillet mellom personene i intervjuet, gjelder det



heller å bruke dette samspillet bevisst [...]. Dersom intervjueren har spesielt godt kjennskap til det tema intervjuet dreier seg om, vil dette metodisk sett være et fortrinn, fordi intervjueren på denne måte kan utvinne større «forståelsesdyb». (1998, s.33)

Jeg kjente jo veldig godt de situasjonene som de fleste av intervjuene mine tok utgangspunkt i (undervisningen i Mind Gap og Vindmølleuka), men innimellom merket jeg også at dette gjorde det vanskelig å bringe frem de intervjuedes opplevelse av situasjonene. I en del sammenhenger tror jeg faktisk det kunne vært enklere for meg å stille mer åpne, nysgjerrige spørsmål dersom intervjuene dreide seg om noe jeg ikke kjente så godt på forhånd.

Dette berører også spørsmålet om intensjonalitet, som jeg var inne på ovenfor. Jeg må innrømme at jeg har opplevd det som krevende å unngå å trekke forhastede slutninger i møte med datamaterialet mitt. Jeg har fra starten av hatt klare meninger om hva som er gode læringsrom og gode læringsprosesser, og har derfor hele tiden måttet kjempe mot trangen til å søke bekrefte- telse for disse meningene. Med hjelp fra veilederne mine har jeg bestrebet meg på å holde igjen, og gå nye runder med studiens empiriske grunnlagsmateriale, for å motvirke mine mentale skylapper og imøtegå tenden- sen til tautologiske kortslutninger.

Gjennom å gå såpass mange runder med stoffet har jeg da også kommet til en del nye innsikter og erkjennelser. Likevel tror jeg at det prinsipielt sett er vanskelig å gjennomføre en casestudie som *avkrefter* de teorier og prinsipielle standpunkter man brakte med seg inn i studien. Når du bruker deg selv som det primære

forskningsinstrumentet, vil det være mange blindsoner som du har vanskelig for å identifisere – selv om du søker å kompensere med perspektiverende triangule- ring, ved å løfte frem andres oppfatning av situasjone- ne.

### 11.5.3 Åpenbaringsbegrepet og fengende formuleringer

Jeg skriver med omsorg for uttrykket. Det gjør jeg etter beste evne, med varierende besluttsomhet, vekslende hell: Poenget er ikke hva jeg får til, men at jeg prøver. Mitt faglige virke går for en stor del ut på å lete fram ord, snekre sammen setninger, organi- sere helhetsvirkninger på en slik måte at jeg synes det holder litterært. Hvis stoffet dermed blir lesver- dig, er det vel og bra. Men det er ikke for å presente- re et faglig innhold på en spennende måte at jeg leg- ger slikt arbeid i formen. Det er for å vinne fram til dette innholdet. Å skrive er å tenke. Å skrive ambi- siøst er å tenke ambisiøst. Et interessant faglig bi- drag har ofte en tiltalende språklig form. Det er ikke tilfeldig: De språklige formene er tankens former. (Johansen, 2009, s. 14-15)

Denne passusen er hentet fra Anders Johansens bok *Skriv! Håndverk i sakprosa*. Johansen er professor i sakprosa ved Universitetet i Bergen, og har bakgrunn som sosialantropolog og medieviter. Jeg følte meg umiddelbart truffet da jeg leste disse linjene første gang, og de fremstår ikke som mindre relevante for meg nå, i arbeidet med denne avhandlingen.

Jeg skriver også med omsorg for uttrykket. Jeg leter etter former og formuleringer som fremstår for meg som friske og fengende, og jeg liker å befinne meg i det kreative rommet mellom tanke og tale, mellom innsky- telse og utagering. Men jeg er utålmodig. Når jeg øyner

en innsikt for mitt indre landskap av flytende assosiasjoner, vil jeg instinktivt og med en gang omfavne den. Jeg vil søke å gi den en så egenartet gestalt som mulig.

Dersom du har hatt problemer med min tilbakevendende bruk av ordet *åpenbaring* i denne avhandlingen, så har jeg i grunnen ikke stort mer å si til mitt forsvar enn at jeg liker det. Jeg liker tvetydigheten, jeg liker de pompøse assosiasjonene, og jeg synes *åpenbaringsrom* klinger fabelaktig godt. Jeg mener også, helt alvorlig, at det å finne slagkraftige begreper som er gjenkjennelige og kommuniserbare, er viktige deler av både forskningsarbeidet og forskningsformidlingen.

Jeg husker ikke lenger helt når i dette forskningsprosjektet at ordet *åpenbaringsrom* kom til meg. I PhD-dagboka mi, hvor jeg har notert alle møter og seminarer og klassifisert alle arbeidsaker, har jeg ikke gjort noen spesifikk nedtegnelse av denne hendelsen. Det er jo synd, for det ville vært interessant å prøve å dedusere seg frem til hvilke tankeprosesser som ledet frem til begrepet. Men det må ha vært en eller annen gang i løpet av høsten 2011.

Dette betyr at jeg begynte å bruke tittelen til denne avhandlingen – åpenbaringsrom – en god stund *før* jeg startet datainnsamlingen med Vindmølleuka og Mind Gap. Begrepet har altså beviselig ikke sine røtter i det viktigste empiriske kildegrunnet til doktorgradsarbeidet mitt. Følgelig, kan man mistenke, vil mitt arbeid med casene i studien kunne ha blitt påvirket av et ønske om å oppfylle eller bekrefte det forutinntatte fantombildet av en teori. Ikke desto mindre er det faktum at begrepet fortsatt står der – og derfor har overlevd alle rundene med analyser, omskrivninger og språklig for-

dypning – et uttrykk for at begrepet åpenbaringsrom har en form for robust livskraft og relevans.

Jeg har også brukt dette begrepet som et ledd i konkretiseringen av utvalgskriteriene som lå til grunn da jeg skulle finne de riktige casene til prosjektet. Sånn sett kan man si at casene er valgt ut med det for øye at de skal fortelle noe om begrepet. Det har vært et viktig mål for arbeidet med avhandlingen å fylle begrepet med innhold, og utvikle teorier om åpenbaringsrom.

Robert Yin har en caseforskningskategori som han, passende nok, kaller «*the revelatory case*» (2009, s. 48-49). Kategorien omfatter caser som kan gi ny innsikt i tema som ikke tidligere har vært utforsket. Jeg skal ikke late som jeg er den første som gjennomfører casestudier av alternative læringsarenaer i naturfagundervisningen – til det er hylla mi for full av tidsskrift, antologier og avhandlinger. Men jeg håper med dette å kunne bidra til å utvikle *revelatory science education* – en naturfagundervisning som i enda sterkere grad enn i dag preger elevene.

## 12. Ethiske refleksjoner

### 12.1 Idealisme og pragmatisme i skoleforskningen

Lucinda Peach (1995, s. 15ff) deler forskningsetikken som disiplin inn i to kontrasterende posisjoner: den *deontologiske* (fra gresk, der *deon* betyr *plikt*) og den *konsekvensialistiske*. Mens det sistnevnte er et pragmatisk, utilitaristisk ståsted, representerer det første et grunnleggende idealistisk og kantiansk perspektiv.

Det er vanskelig å komme opp med gode pliktetiske eller deontologiske argumenter til støtte for videoobservasjon av elever. De er mindreårige (14-15 år gamle), ligger under for skolens innarbeidede maktstrukturer, og er således i en sårbar posisjon. Hva godt kan det gjøre dem at jeg filmer dem? Det er naturligvis mulig at de kan synes det er litt spennende å få være del av et forskningsprosjekt, og for noen av tenåringene kan kanskje dette fremme konsentrasjonen deres og slik bidra til at de lærer mer enn de ellers ville gjort. Men det kan like gjerne være slik at jeg, hodekameraene og alt styret rundt distraherer dem i læringsarbeidet. Og uansett: det å plassere kameraer med mikrofon på, iblant og foran elevene er prinsipielt sett en handling som er både påtrengende og intimiderende. Selv læreren kan føle seg forpliktet til å delta i prosjektet til tross for egne motforestillinger, siden jeg som forsker vil bære med meg noe av universitetets akademiske autoritet. Alt i alt ville nok pliktetikerne foretrekke at utdanningsforskning gjennomføres ved store komparative spørreundersøkelser med full anonymitet og et

minimum av innblanding fra forskeren i skjøre læringsmiljøer.

En streng håndheving av disse prinsippene ville altså hindret enhver form for etnografiske skolestudier, enten det dreier seg om klasseromobservasjon eller intervjuer. Et pragmatistisk/konsekvensialistisk tilsvaret til denne deontologiske kritikken kan være at utdanning er så viktig for samfunnet at alle sider ved utdannings-systemet bør gjøres til gjenstand for vedvarende grundig forskning og evaluering, til tross for de mulige negative sideeffekter dette måtte ha overfor enkeltelever. Andrew Porter og Adam Gamoran (2002) har påvist i internasjonale sammenligninger at utdanningsreformer ofte kommer som et resultat av kritiske merknader fra skoleforskere. Flere studier peker også på viktigheten av å få dybdeforståelse for hva som skjer inni klasserommene, som supplement til de store komparative testene og spørreundersøkelsene (Haug, 2008; K. Klette et al., 2008; K. r. Klette, 2003).

John Derry og hans kolleger løfter frem etiske spørsmål knyttet til innsamling av videodata, og understreker at «video data are inherently non-anonymous» (2010, s. 36). De hevder likevel at konfidensialitet kan sikres ved begrenning av tilgangen til dataene. For øvrig utfordres videoforskeren av kravene til informert samtykke fra deltakerne (National Committee for Research Ethics in the Social Sciences and the Humanities, 2006; Shrader-Frechette, 1994; The Research Council of Norway, 2009):

A major difficulty is that video data, once collected, might be used in multiple ways, and it may not be possible at the time that a recording is made to specify precisely what these uses might be (Derry et al., 2010, s. 37).

Den nasjonale komitéen for forskningsetikk spesifiserer i sine retningslinjer:

For the purpose of such registration [registration of behaviour using technical equipment], people must generally be informed that recordings are being made, how long the material will be stored and who will be using it. (National Committee for Research Ethics in the Social Sciences and the Humanities, 2006, s. 12)

Siden de fleste av deltakerne i min studie er barn, har jeg samlet inn foreldrenes samtykke, i tråd med de samme retningslinjene (ibid., s. 16). I informasjonsbrevet til deltakerne i Mind Gap-studien anførte jeg:

Innsamlede data vil altså omfatte videoopptak, lydopptak, elevarbeider og feltnotater. Til datainnsamlingen vil jeg innhente skriftlig informert samtykke fra alle involverte (fra foresatte for skoleelevene), og jeg vil også innhente skriftlig samtykke fra rektorene ved de aktuelle skolene. Registrering, lagring og bruk av datamateriale følger personopplysningslovens retningslinjer. All informasjon blir aidentifisert i publikasjoner, slik at verken elever, lærere, klasse eller skole kan identifiseres. Enkelte filmopptak vil kunne bli vist på forskningskonferanser og i undervisningssammenheng i forbindelse med lærerutdanning. Det vil bli bedt om særskilt samtykke i slike tilfeller. Opptak vil aldri bli tilgjengelig på internett. Prosjektet er meldt inn til Personvernombudet for forskning ved Norsk samfunnsvi-

tenskapelig datatjeneste (NSD). Deltakelse i prosjektet er frivillig. Det er mulig å trekke seg når som helst før prosjektslutt, uten å måtte oppgi årsaken til dette. Dersom noen trekker seg, blir personidentifiserende informasjon om vedkommende anonymisert snarest mulig. (Informasjonsbrev til elever med foresatte)

Retningslinjene krever videre at personlig identifiserbar informasjon (navnelister og så videre) lagres separat, og ikke elektronisk. Jeg har fulgt disse kravene, og sitter i dag ikke på noen navnelister, verken på papir eller harddisk.

Det største etiske problemet ved studien min, i hvert fall rent formelt, er at jeg bruker data som Kirsti Jegstad innhentet til sitt prosjekt. Selv om elevene og deres foresatte har gitt informert samtykke til å bidra i hennes studie, har de ikke fått den samme skriftlige informasjonen om formålet med min forskning. Nå har jeg vanskelig for å se at noen skulle oppleve dette som noe reelt problem; for det første fortalte jeg elevene om min forskning i innledningen av uka, og siden jeg ledet opplegget gjennom uka opplevde de nok på mange måter at det var mitt prosjekt de deltok i – selv om det var Kirsti som intervjuet dem etterpå. For det andre er begge prosjektene knyttet til tematikk rundt Utdanning for bærekraftig utvikling (UBU),

Dessuten er informasjonsbrevet som ble sendt til elevene og deres foresatte underskrevet av meg og Astrid Sinnes (Kirsti Jegstads veileder) i tillegg til Kirsti, og her skriver vi følgende om prosjektet:

Vårt fokus i dette prosjektet er på hvordan et problembasert praktisk prosjekt kan bidra til å utvik-

le kompetanser for en bærekraftig utvikling. (Informasjonsbrev, utsendt i forbindelse med Kirsti Jegstads datainnsamling)

Dette er absolutt et relevant fokus også i mitt prosjekt, og jeg er også meldt inn til Norsk Samfunnsvitenskapelig Datatjeneste (NSD) som medvirkende forsker som vil ha tilgang til datamaterialet, som for øvrig er behandlet i henhold til meldeskjemaet. Jeg har også snakket med lærerne som deltok under uka, og de synes det er uproblematisk at dataene vi samlet inn, som jo blant annet omfatter intervjuer med dem, brukes litt annerledes enn det vi opprinnelig hadde tenkt. For øvrig er både lærere og elever anonymisert i avhandlingen.

Innenfor filosofisk etikk er begrepet *idealisme* beslektet med begrepet *formalisme*, knyttet til kvaliteter som allmenngyldighet og stringens. I dagligtalen forstår vi imidlertid formalisme mer som overdreven vektlegging av formelle detaljer på bekostning av det virkelig betydningsfulle. Med utgangspunkt i en hverdagsspråklig forståelse av begrepene, mener jeg idealistisk orientert undervisning har lite å gjøre med formalisme – men desto mer med det faktisk å formidle noe av betydning. Filosofisk sett er dette utvilsomt et pragmatisk og konsekvensialistisk argument. Jeg startet med å forbinde idealisme med den deontologiske posisjonen – motstykket til konsekvensialistisk pragmatisme. La meg likevel med dette slå et slag for idealistisk pragmatisme – og for større bruk av dagligtale i filosofien!

## 12.2 Å jakte på ekstreme situasjoner

I PhD-dagboka mi har jeg anført at jeg skulle lete etter undervisningssituasjoner som var «egnet til å gi eleve-

ne sterke opplevelser». Selv om jeg etter hvert gikk bort fra fokuset på *sterke opplevelser* til heller å se på ulike former for deltakelse, finner jeg grunn til å problematisere den form for tabloid sensasjonsjakt som jeg i utgangspunktet tenderte mot.

I caseforskningen er det riktig nok, som jeg har vært inne på, legitimt å velge ut det ekstreme til fordel for det gjennomsnittlige og representative. Som undervisningsopplegg er da også casene mine ganske spesielle – både når det gjelder arenaene de utspiller seg på og med tanke på en del av virkemidlene underveis. Men dersom jeg skulle hatt som forskningsstrategi å sitte trippende på sidelinjen og vente på at de sterke opplevelsene og følelsesutbruddene skulle melde seg (hos elevene? hos meg selv?), ville jeg lett gått glipp av mange av nyansene i de læringsprosessene som utspilte seg. Videre er det liten tvil om at læringssituasjoner basert på en jevn strøm av sterke opplevelser lett ville bli for lite varierte – akkurat som en komposisjon der orkesteret starter i forte fortissimo først blir virkelig interessant når det kommer en *decrecendo* i partituret. Det er ved sin sans for frasering og dynamikk at de virkelig dyktige musikere og orkesterdirigentene skiller seg fra den gemene hop. Slik vil også god undervisning kjennetegnes av variasjon; og dette skal jeg komme tilbake til i avhandlingens neste del.

Men det som etisk sett er viktig her, er at jakten på og bruken av stadig sterkere virkemidler kan lede til situasjoner der det hele blir *for* sterkt. Dette fikk jeg da også erfare, under omvisningen i Mind Gap-utstillingen med Skole B, da en av guttene besvimte og pådro seg en svært alvorlig hodeskade. Dette var en skremmende

erfaring (en sterk opplevelse!) både for meg og de andre tilstedeværende – medelever, lærer, min medobservatør og omviseren.

Selv om jeg der og da handlet instinktivt og uten å tenke meg om – jeg gikk bort til gutten, undersøkte at han pustet og bar ham etter hvert ut så han kunne få behandling – har jeg i etterkant betraktet dette som en situasjon som bærer analoge trekk med krigs- og katastrofejournalistenes evige dilemma: Gjøre jobben du er kommet for å utrette, eller gripe inn som medmenneske. Det er liten tvil om at hendelsen var svært relevant for prosjektet mitt; eleven var jo rett og slett blitt så revet med av utstillingen og omvisningen at gikk i bakken. Jeg forlot elevgruppen for å ivareta den skadde gutten, og omvisningen ble stanset. Da vi etterpå snakket med elevene, agerte jeg også mer som lærer og voksenperson enn som forsker. Jeg gikk herved utvilsomt glipp av en hel del data som kunne vært interessante for forskningen min, men jeg er samtidig meget komfortabel med (uten å tenke meg om) å «ha prioritert» som jeg gjorde. I revisjonen av omvisningen og undervisningsopplegget til Mind Gap prøvde jeg da også, som det fremgår i kapitlene 7-8, å gjøre læringsrommet mindre brutalt og ekstremt for elevene.

I denne sammenhengen har jeg altså latt det pliktetiske deontologiske perspektivet få forrang foran det utilitaristiske konsekvensetiske perspektivet – jamfør de forskningsetiske avveiningene ovenfor. Viktigst av alt er tross alt ikke forskningen.

### 12.3 Åpenhjertighet og fingerspitzgefühl

Mye av empirien min kommer fra samtaler med andre mennesker. Jeg har gjennomført mange intervjuer, og noen av intervjuene har hatt en form som nærmer seg den private samtalen – selv om innholdet i samtale har vært saklig og målrettet. I bearbeidingen av intervjuene og skrivingen av denne avhandlingen har jeg måttet gå noen runder med meg selv for å vurdere hvordan jeg skal håndtere overgangen fra den private samtalen til den offentlige diskurs. Det jeg skriver her må jo – uavhengig av hvor mange som til slutt leser dette – betraktes som tilhørende offentligheten. Jeg må derfor spørre meg selv i hvilken grad samtalepartnerne mine ville uttrykt seg på samme måte som de gjorde overfor meg, muntlig og på tomannshånd, dersom de skulle holdt en offentlig tale eller formulert seg skriftlig for et lesende publikum. Jo tettere jeg har kommet inn på samtalepartnerne mine, dess mer åpenhjertig har samtalepartnerne mine, dess mer uforbeholdne de har vært overfor meg, dess større forsiktighet og forbehold må jeg utvise og utøve.

Videre har jeg måttet bli meg bevisst at disse møtene ikke nødvendigvis har funnet sted mellom jevnbyrdige parter, sosiologisk sett. Samtalene har foregått i konteksten av å være forskningsintervjuer, og i denne sammenhengen bærer jeg med meg en form for akademisk autoritet som – uten at jeg verken ønsker det eller er klar over det – kan presse dem til å uttale seg om spørsmål de egentlig ikke ville ønske å besvare, eller til å akseptere betingelser de finner ubehagelige. Et eksempel på dette siste skjønte jeg i etterkant hadde funnet sted med Skole A, da jeg ba omviseren bære et

hodekamera under omvisningen. Hun ba etterpå om å få slippe å gjøre dette med de andre skolene – hvilket jeg selvsagt godtok. Hun syntes det var ubehagelig å ha på seg kameraet, og opplevde at det ble vanskelig å få øyekontakt med elevene.

De fleste av mine informanter til denne studien – elever, lærere, forskere og andre – har jeg anonymisert i avhandlingen, med mindre de har gitt sitt eksplisitte samtykke til å anføres ved fullt navn. Jeg har likevel vært redd for at de skal føle seg utlevert, og har bedt dem om å lese gjennom og godkjenne de sitatene jeg bruker. Særlig bekymret har jeg vært i tilfeller der de har kommet med kritiske eller spissformulerte utsagn. Igjen med tanke på forskjellen mellom et muntlig intervju og en skriftlig avhandling, er det viktig å tilgodese identifiserbare samtalepartnere med en form for annerett.

Jeg har etter beste evne søkt å opptre etisk og respektfullt i min omgang med mennesker og data i dette forskningsarbeidet, og i avhandlingen rapporterer jeg om alle de tilfeller der jeg har støtt på situasjoner som utfordrer meg etisk eller samvittighetsmessig. Jeg prøver å være helt oppriktig i alt jeg skriver, og har i liten grad sensurert mine egne og andres kritiske merknader overfor meg selv og arbeidet mitt.





# del 6 anvendelser & implikasjoner

## 13. Rom for læring og åpenbaring

### 13.1 Åpenbaringer i fremtidens skole

#### 13.1.1 Mål for fremtidens skole

Kompetansemålene i dagens naturfaglæreplan peker først og fremst på det kognitive, det perseptive og det handlende deltakelsesdomenet; eleven skal kunne forklare, drøfte, beregne, gjøre rede for, formulere, undersøke, registrere, observere og beskrive (Kunnskapsdepartementet, 2013). I læreplanens innledning står det riktig nok at undervisningen også skal ha fokus på å utvikle holdninger og gjøre elevene i stand til å delta i samfunnet, men det er grunn til å tro at nye læreplaner vil legge enda større vekt på kompetanser som går utover det rent fagspesifikke – jmfør Ludvigsenutvalgets utredninger. Om det flerfaglige temaet *Klima, miljø og bærekraftig utvikling* skriver utvalget

Opplæringen av barn og unge innebærer utvikling av en god forståelse av hvilken risiko klima- og miljøutfordringene innebærer. Like viktig er det at de erkjenner at alle har ansvar for aktiv og bevisst handling for bedre miljø. De må være motivert for klimabevisste valg både i dag og i fremtiden, og de må gis handlingsevne og -muligheter. Bærekraftig utvikling har en forankring i naturfag, men det er også flerfaglig og krever en flerfaglig tilnærming. (Ludvigsen et al., 2015, s. 50)

Jeg forventer at et slikt tverrfaglig perspektiv vil innebære at naturfaglæreplanen (og følgelig også undervisningen) får en bredere orientering som tydeligere vil involvere flere deltakelsesdomener – også det emosjo-

nelle og sosiale. De to andre flerfaglige temaene som utvalget foreslår – *Det flerkulturelle samfunnet* og *Folkehelse og livsmestring* – relaterer dessuten svært tydelig til disse domeneene.

Realfagsdidaktikeren Marianne Ødegaard er blant dem som har etterspurt større fokus på eksistensielle spørsmål med sosial og politisk relevans i realfagsundervisningen:

In order for science education to change from just passing on a hegemony of uncritically learning about scientific concepts and products (conceptual change), to an agency for self- and social empowerment, based on children's own life-experiences, there has to be increased attention to political and social aspects of science. (Ødegaard, 2003, s. 77-78).

Jeg har i denne avhandlingen anført at selviakttagelsen har en åpenbarende, transformativ kraft. Veien til selviakttagende, transformativ læring vil som regel gå via oppmerksomhetsbevegelsen og perspektivbevegelsen, og derfor kan undervisningen legges opp for å stimulere et forløp av fordypende egenbevegelser innenfor de ulike deltakelsesdomeneene.

Innenfor kognisjonsdomenet handler selviakttagelse om kritisk refleksjon; innenfor handlingsdomenet handler det om bevisst øving; og innenfor persepsjonsdomenet om sansbevissthet. Disse kvalitetene har nok mange naturfaglærere fokus på i sin undervisning allerede i dag, og det kan være grunn til fortsette å ha hovedfokus

på å dyrke frem selviakttagende åpenbaringserfaringer innenfor disse domenenene. Emosjonsdomenets selvfølelse og sosialiseringdomenets tilhørighet står neppe like hyppig på naturfaglærerens agenda. Ved å involvere også disse formene for selviakttagelse i undervisningen tror jeg imidlertid at naturfaget vil nå og berøre flere elever enn i dag, og faget vil kunne bli mer betydningsfullt for elevenes dannelse og identitetsutvikling. Dette håper jeg fremtidens læreplaner i naturfag tydeligere vil legge opp til.

Helt siden John Dewey i 1938 erklærte at «all genuine education comes about through experience» (Dewey, 1938/1998, s. 25), har progressive reformpedagoger tatt til orde for at lærere bør ta med elevene sine ut av klasserommet for at de skal å oppleve *verden* – enten det dreier seg om det Martin Braund og Michael Reiss kaller *den virkelige verden* (for eksempel gjennom feltarbeid) eller *den presenterte verden* (for eksempel gjennom museer, vitensentre og botaniske hager) (Braund & Reiss, 2006). Jeg er overbevist om at vi gjennom en styrket og mer systematisk bruk av alternative læringsarenaer i naturfagundervisningen, vil vi kunne få et fag som oppleves som viktigere og mer relevant – både for enkeltelever og for samfunnet som helhet. Det fysiske rommet er en vesentlig bestanddel av det læringsrommet som elevene opplever, og lærerne må trenes i å oppsøke og bruke alternative læringsarenaer. For å sikre elevenes tilgang til alternative læringsarenaer bør det også vurderes om ikke læreplanen skal stille krav om mer ekskursjonsbasert undervisning. Målet må være at elevene opplever at faget handler om verden, og om dem.

### 13.1.2 Støttestrukturer for åpenbaring

Jeg har gitt begrepet *læringsrom* en ganske vid betydning, i retning av den helhetlige læringsopplevelsen. Begrepet *læringsprosess* har jeg forbundet med struktureringen av ulike faser i denne læringsopplevelsen (jæmfør kapittel 10.2). En kjerneutfordring, er altså å bygge *potensialer* for den typen sprang Hugo refererer til. Vi kan ikke, som Hugo påpeker, drive elevene til åpenbaringserfaringer; det er elevene selv som må ta spranget, men vi kan søke å bygge læringsrom, ved hjelp av elevenes deltakelse, der det er mulig å ta spranget.

Fra mekanikken vet vi at den potensielle energien i en fjær er proporsjonal med kvadratet av den utvidelse eller kompresjon som fjæra utsettes for. Innenfor hver de tre deltakelsesdomenenene hvor analysene mine anfører at elevene kom til selviakttagelse, var det til dels stor variasjon i omfanget av støttestrukturer. Som jeg var inne på i kapittel 10, er min erfaring at det å veksle mellom streng struktur (kompresjon) og stort spillerom (utvidelse) lettere vil bygge potensialer for deltakelse enn et undervisningsforløp der elevene får operere med et mer konstant antall frihetsgrader. Jeg kaller dette for *fjærprinsippet*. Fjærprinsippet, som jeg også finner støtte for i arbeidet til Birgitte Bjønness i forbindelse med ElevForsk-prosjektet (Bjønness, 2014), handler altså om å bygge opp størst mulig potensial for elevdeltakelse ved å lage undervisningsopplegg med stor variasjon i bruken av støttestrukturer.

Støttestrukturere er veiledende grep vi kan bruke for å hjelpe elevene i gang med aktivitetene dersom de ikke setter i gang med disse på egenhånd. Støttestrukturere

bidrar til å forme ulike læringsrom, som egner seg spesielt for de læringsaktivitetene som skal foregå der. Tabellen nedenfor (Tabell 21) angir eksempler på støttestrukturer som fremmer hver av de femten aktivitetsformene som inngår i deltakelsesmatrisen – basert på analysen av casene mine. Det er selvsagt mange andre grep som kan stimulere elevene til variert deltakelse, og denne tabellen er på ingen måte ment å være uttøm-

mende. Snarere er det illustrerende eksempler, som sier noe om hvordan undervisningsopplegg kan involvere de ulike aktivitetsformene. Disse generelle støttestrukturene kan dessuten kombineres og permuteres på ulike måter, og de trenger selvsagt ikke anvendes i den rekkefølgen de står oppført her. Merk også at disse støttestrukturene ikke nødvendigvis innebærer en lukking av læringsrommet (jmfør læringsromdiagram-

Tabell 21. Eksempler på støttestrukturer som kan fremme de ulike aktivitetsformene.

		Fordypende egenbevegelsesformer		
		1. Oppmerksomhets- bevegelse (jeg-verden)	2. Perspektivbevegelse (jeg-du)	3. Selviakttagelse (jeg-meg)
Deltakelsesdomener	Persepsjon	<b>lakttagelse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tydelige sansestimuli</li> <li>Overraskelser og brudd med rutiner</li> <li>Grundige observasjons-øvelser</li> </ul>	<b>Formidling:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ekte dialog med åpne spørsmål</li> <li>Stimulere til refleksjoner omkring begrepsbruk</li> <li>Skriftlige oppgaver og framføringer</li> </ul>	<b>Sansebevissthet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oppgaver som stimulerer elevene til å reflektere over sin egen måte å lære og være på</li> <li>Tematisering av sanseapparatets kapasitet og begrensninger</li> </ul>
	Kognisjon	<b>Tenkning:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tankevekkende problemstillinger</li> <li>Abstraksjon</li> <li>Stringent begrepsbruk</li> <li>Matematiske øvelser og logisk resonering</li> </ul>	<b>Perspektivering:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kategorier for systematisering</li> <li>Uhildet presentasjon av forskjellige posisjoner</li> <li>Personportretter som blant annet fokuserer på hvilke verdier står/sto for og hvilke biografiske trekk som ledet til disse verdiene</li> </ul>	<b>Kritisk refleksjon:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oppgaver som stimulerer elevene til å stille spørsmål ved og problematisere svar og løsninger, og diskutere videre strategier</li> <li>Oppgaver knyttet til vurdering av usikkerhet og gyldighet</li> </ul>
	Emosjon	<b>Følelse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stemningsbygging</li> <li>Tematisere følelser</li> <li>Personlige opplevelser</li> </ul>	<b>Innlevelse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sansenært språk</li> <li>Personportretter eller anekdoter fortalt med varme og innlevelse</li> <li>Aktiviteter med kroppskontakt</li> </ul>	<b>Selvfølelse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bekreftelse og omsorg fra lærer og medelever</li> <li>Tematisering og hjelp til å sette ord på følelser</li> </ul>
	Sosialisering	<b>Aksept:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alle tiltaler hverandre ved navn</li> <li>Tydlig klasseledelse med klare regler for hva som er akseptert atferd</li> </ul>	<b>Samspill:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gruppe- og plenumsdiskusjoner</li> <li>Kameratveiledning</li> <li>Interagerende lek</li> </ul>	<b>Tilhørighet:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utvikling av sjargong og intern humor</li> <li>Fokus på kulturbygging (ekskursjoner, elevkvelder, presentasjoner for andre elever)</li> </ul>
	Handling	<b>Vilje:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konkrete oppgaver</li> <li>Utfordrende, men gjennomførbare, oppgaver</li> <li>Klare mål</li> <li>Tilgang til verktøy</li> </ul>	<b>Samarbeid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gruppeoppgaver og praktiske aktiviteter som krever samhandling</li> <li>La elevene selv fordele arbeidsoppgaver</li> </ul>	<b>Bevisst øving:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tilbakevendende perfektionering av form og innhold i et uttrykk</li> <li>Fokus på konstruktiv egenvurdering</li> </ul>

met). Mange av aktivitetene som står anført her gir elevene spillerom til å fordype og utvikle sin deltakelse uten innblanding fra læreren.

### 13.1.3 Et forslag til retningslinjer for åpenbaringspedagogikk

Everything depends upon the quality of the experience that is had. The quality of any experience has two aspects. There is an immediate aspect of agreeableness or disagreeableness, and there is its influence upon later experiences. [...] Select the kind of present experiences that live fruitfully and creatively in subsequent experiences. (Dewey, 1938/1998, s. 27-28)

Det å ha en klar agenda og tydelige mål for sin egen undervisning handler om å være ambisiøs på elevenes og undervisningens vegne, på samme måte som improvisasjonen handler om å være ambisiøs på målenes vegne. Måten vi som lærere former læringsrom og læringsforløp, med støttestrukturer, regi og scenografi, skal være uttrykk for en kontinuerlig utforskning av undervisningens muligheter og undervisningens virkninger. I tråd med Schöns ideal om «*the reflective practitioner*» (1995) skal vi alltid søke perfeksjon og utvikling.

Denne ambisiøse perfeksjoneringen medfører at mange lærere over tid får ganske klare oppfatninger av hva som fungerer og hva som ikke fungerer i undervisningen – en egen *praksisteori*. Jeg har gjennom dette doktorgradsprosjektet fått mulighet til å fordype og utvikle min praksisteori for bruk av alternative læringsarenaer i realfagsundervisningen. Jeg har sett på hvordan vi kan bygge potensialer for åpenbaringsrom, som gir identi-

#### Det er den draumen

Det er den draumen me ber på  
at noko vedunderleg skal skje,  
at det må skje –  
at tidi skal opna seg  
at dører skal opna seg  
at berget skal opna seg  
at kjeldor skal springa –  
at draumen skal opna seg,  
at me ei morgonstund skal glida inn  
på en våg me ikkje har visst um.

*Olav H. Hauge (1966, s. 80)*

tetspregende, transformativ læring. Mine funn og erfaringer kan sammenfattes i fire punkter, som et forslag til retningslinjer for *åpenbaringspedagogikk*:

1. **Deltakelsesimperativet:** Læring er en funksjon av elevens deltakelse og egeninnsats, og ulike læringsrom fremmer ulike former for deltakelse. Deltakelsen er assosiert med ulike former for egenbevegelser. Åpenbaringspedagogikkens mål er at eleven skal bringe seg selv til selviakttagelse.
2. **Fjærprinsippet:** Fra lærerens side må det være en levende dynamikk mellom å holde igjen (gi elevene spillerom) og å presse på (gi elevene struktur). Slik bygges deltakelsespotensialer i undervisningen.
3. **Fasebevissthet:** Bevisst bruk av ulike læringsrom i forskjellige faser av en læringsprosess er et viktig virkemiddel for å fremme et optimalt læringsforløp.

4. **Løypas dramaturgi:** Undervisningsopplegget skal på samme tid stimulere til elevenes veksling mellom ulike former for deltakelse, og til fordypende egenbevegelser innen hvert deltakelsesdomene.

I tabellen som jeg presenterte i kapittel 13.1.2 (Tabell 21) står det eksempler på støttestrukturer som kan bidra til å bygge opp potensialer for åpenbaringserfaringer. Etter en undervisningsøkt er det viktig å evaluere i hvilken grad støttestrukturene som ble brukt, faktisk gav den elevdeltakelsen vi hadde håpet. Dersom elevene ikke ble stimulert til deltakelse, eller dersom de deltok på andre måter enn planlagt, må vi vurdere om vi i neste økt skal bruke andre støttestrukturer for å få frem de planlagte aktivitetsformene, eller om vi bare skal gå videre til andre former for aktivitet og deltakelse. Det er neppe verken mulig eller hensiktsmessig å dekke alle aktivitetsformene innenfor rammene av ett læringsrom eller ett undervisningsopplegg, men over tid bør vi tilstrebe å berøre hele tabellen – både horisontalt og vertikalt. Slik vil elevenes ulike talenter og preferanser bli møtt, og de vil gjennom de ulike formene for selviakttagende aktivitet oppleve personlig utvikling og vekst – i tillegg til faglig kunnskapservvelse.

Samtidig må vi ikke overdrive verken bruken eller betydningen av strukturerende grep i undervisningen. Vi som lærere skal ha en klar og bevisst agenda for den tiden elevene er i vår varetekt, men vi må alltid tilstrebe å være åpne for å revidere både agenda og forretningsorden dersom noe spennende dukker opp underveis. I lærergjernen møter vi hver dag unge mennesker med kropp og sjel fulle av spørsmål, historier og ufor-

løste potensial. Disse møtene former, og bør få bidra til å fylle, undervisningen med liv og alvor.

Den løypa som legges opp fra læringsrom til læringsrom – undervisningssituasjon til undervisningssituasjon – skal utgjøre et dramaturgisk forløp som mest mulig effektivt trekker elevene inn i fordypende aktiviteter knyttet til de ulike deltakelsesdomenene. Dette er *løypas dramaturgi* – som jeg skrev om i Del 4.

Jeg er altså overbevist om at vi i morgendagens skole kommer til å være enda mer bevisst hvordan vi bruker *rommet* som didaktisk (og transformativt) virkemiddel i undervisningen. En videreutvikling av konstruktivistisk læringsteori som omfatter konstruksjonen av *læringsrom*, vil etter min mening kunne være av stor betydning for en mer helhetlig forståelse av hvordan vi bør drive undervisning i skolen, og hvordan ulike undervisningsrom best mulig kan fylle ulike funksjoner i elevenes læringsarbeid.

John Dewey skrev allerede i 1934 om rommets betydning for menneskelig erfaring:

As an organism increases in complexity, the rhythms of struggle and consummation in its relation to its environment are varied and prolonged, and they come to include within themselves an endless variety of sub-rhythms. The designs of living are widened and enriched. Fulfillment is more massive and more subtly shaded. Space thus becomes something more than a void in which to roam about, dotted here and there with dangerous things and things that satisfy the appetite. It becomes a comprehensive and enclosed scene within which are ordered the multiplicity of doings and underdoings in which man engages. (Dewey, 1934/2005, p. 23)

Lærere bør ha som ambisjon å legge til rette for konstruksjonen av læringsrom med transformativt potensial – erfaringsrom som kan bringe elevene i kontakt med nye sider ved seg selv og grunnleggende ny erkjennelse. Slik kan åpenbaringsrommet bli et mål for skoleutvikling.

### 13.2 Implikasjoner for videre forskning

I denne casestudien har jeg sett på hvordan undervisningsopplegg i naturfag knyttet til to svært ulike læringsarenaer på forskjellige måter har påvirket disse ungdomsskoleelevenes læringsarbeid. Studien har preg av aksjonsforskning fordi jeg selv har utviklet undervisningsoppleggene, og til dels også har stått for undervisningen. Jeg håper disse casene kan være interessante referanser for andre forskere som forsker på alternative læringsarenaer. Teateret og Verkstedet kan for eksempel brukes som utgangspunkt for å analysere undervisningsopplegg for skoleklasser på vitensenterbesøk.

Utover dette er nok studiens viktigste bidrag til den didaktiske forskningen analyseverktøyet:

Romdiagrammet kan brukes til å karakterisere ulike situasjoner i et undervisningsopplegg, og få et samlet bilde av progresjonen og dynamikken i undervisningen. Den horisontale aksens med grad av struktur og spillrom vil være relevant i forhold til de fleste undervisningsopplegg. Den vertikale aksens – som i min studie hadde dimensjonene iscenesatt og autentisk – vil kunne modifieres dersom man arbeider med andre typer læringsarenaer. På tradisjonelt feltarbeid i biologi kan

man for eksempel ha dimensjonene naturlig og kultivert på denne aksens.

Deltakelsesmatrisen kan brukes til å karakterisere elevenes læringsarbeid og studere hvordan det utvikler seg over tid og i ulike lærings situasjoner. Den kan være et nyttig verktøy for å vurdere eller evaluere om undervisningsopplegg har kraft til å gi elevene transformativ, identitetspregende erfaringer. Å bygge åpenbaringsrom handler om å utvikle undervisningsopplegg og læringsarenaer som tar sikte på å gi elevene slike opplevelser.

I den naturfagdidaktiske forskningen, og særlig innenfor miljøene som arbeider med utforskende arbeidsmetoder (*inquiry learning*), har det lenge vært et fokus på at elevene skal utvikle en identitet som naturvitere (Abd-El-Khalick et al., 2004; R. Anderson, D., 2007; Chinn & Malhotra, 2002; Knain & Kolstø, 2011). Dette mener også jeg er viktig, men transformativ læring kan romme enda mer dyptgripende utvikling av elevenes selvforståelse og selvfølelse. Jeg etterlyser flere studier som ser på hvordan og i hvilken grad realfagsundervisningen kan bidra til elevenes personlige utvikling i en noe videre forstand enn innforlivelse i en fagtradisjon.

Det hadde også vært spennende å se romdiagrammet (med dimensjonene åpent/ lukket og iscenesatt/ autentisk) brukt til å analysere undervisningssituasjoner i et ordinært naturfagklasserom. Hvor langt er det mulig å strekke læringsrommet i hver av disse fire retningene? Tilsvarende skulle jeg gjerne sett tilpassede versjoner av diagrammet brukt på andre læringsarenaer –som skissert ovenfor.

I mine analyser med romdiagrammet og deltakelsesmatrisen er det jeg som karakteriserer læringsrommet og elevenes deltakelse. En mulig videreutvikling av dette kunne være å få elevene til selv å rapportere hvordan de opplevde undervisningssituasjonen – for eksempel ved at de var med på kodingen av videoopptakene i etterkant.

Jeg skulle også gjerne sett flere studier som kobler nevrofysiologisk og læringsteoretisk forskning med realfagsdidaktiske casestudier; Finnes det særegne nevrofysiologiske kjennetegn ved læring av realfag? Hvordan påvirker ulike omgivelser elevenes læring i realfag – hvilke omgivelser fremmer og hindrer ulike typer læringsarbeid? Og hvilke konsekvenser bør dette få for hvordan skolen organiserer naturfagundervisningen?

Dersom Norge også etter oljealderens slutt skal kunne videreutvikles som et demokratisk velferdssamfunn der menneskene lever rike, meningsfulle liv, er det av avgjørende betydning at befolkningen gis realfaglig innsikt og kompetanse. Jakten på nye fornybare energikilder, behandling av farlige sykdommer og forklaring på hva bevissthet er for noe; alle disse grunnleggende utfordringene krever realfaglig funderte svar – svar vi ennå ikke har. Skoleforskningen har autoritet og mandat til å stille spørsmål om og legge viktige premisser for hvordan morgendagens skole skal være. Jeg håper denne avhandlingen kan bidra til å sette fokus på hvordan realfagsundervisning kan gjøres mer variert, og slik engasjere, berøre og prege enda flere elever enn i dag. Det fortjener kidsa.



## Epilog: Åpenbaringens gjenskinn

Tidlig i januar 2012 skal jeg og Aksel Hugo ta imot to grupper med til sammen 80 PPU-studenter, under en samling i den praktisk-pedagogiske utdanningen for realfagslærere ved NMBU. Tema for økta vår er fenomenbasert naturfagundervisning. Vi skal ta utgangspunkt i Michael Faradays *The Chemical History of a Candle*, som Aksel introduserte meg for da jeg selv var PPU-student i 2003.

Vi skal altså presentere studentene for stearinlyset som naturfagsfenomen. Men på hvilken måte? Aksel har undervist studenter i dette temaet mange ganger. Jeg har bare vært med på dette én gang før, som lærerstudent. Men nå står jeg som doktorgradsstudent midt oppi forberedelsene til datainnsamling, og jeg har akkurat kommet frem til at Mind Gap-utstillingen representerer en i ekstrem grad *iscenesatt* læringsarena. Jeg får lyst til å prøve å se i hvor stor grad vi kan iscenesette stearinlys-økta vår, og foreslår at vi ber om å få låne scenen i Aud Max – en fullskala teaterscene, der konserter, revyer og alskens forestillinger fremføres gjennom hele året.

Aksel tenner på idéen, og vi får tillatelse til å bruke scenen. Vi bruker flere timer på å finne ut hvordan vi mest mulig effektivt kan utnytte scenerommet som læringsrom for disse lærerstudentene i møte med stearinlyset som fenomen og med fenomenbasert undervisning som didaktisk disiplin. Vi blir til slutt enige om å slukke scenebelysningen og å trekke fra sceneteppene slik at scenen lyses opp via gjenskinn av flatt vinterlys

utenfor vinduene fra den tomme salen. Videre setter vi pultene opp i et strengt geometrisk kvadrat med et stearinlys på en pedestall i midten, og ved siden av pedestallen skråstiller vi en grovlemmet trillevogn full av stearinlys, fyrstikker, fargestifter og tegneark. På den ene siden er en av pultene trukket ut, slik at det blir en åpning i kvadratet.

Vi leder studentene inn på scenen bakfra, via avstengte dører og snirklete ganger. Alle blir bedt om å sette seg ved de oppstilte pultene, og jeg innleder med å si litt om det å velge læringsarenaer og være bevisst rommets estetiske uttrykk. Så trekker jeg for sceneteppene, og påpeker hvor annerledes rommet arter seg nå. Sceneteppet er tykt, og det blir helt mørkt. Jeg går så inn i sentrum av kvadratet, og tenner stearinlyset. Jeg ber studentene beskrive det rommet vi nå har laget.

Alle får så utdelt hvert sitt stearinlys, med en vokspute som gjør at det kan stå støtt på bordet. De får også hvert sitt A3-ark og fargestifter, og Aksel ber dem om å observere og gjengi på arket så nøyaktig som mulig stearinlyset og dets flamme – bare det. Jeg skyver tilbake den tilbaketrukne pulten sånn at kvadratet slutes, og Aksel og jeg settes oss også ned med hvert vårt ark og lys.

I omtrent ti minutter høres bare lyden av fargestifter mot papir, og det fjerne suset fra ventilasjonsanlegget. Så begynner Aksel, mens han fortsatt tegner, å fortelle om Michael Faraday, og juleforelesningene for allmuens ungdom i ærverdige Royal Society på 1860-tallet. Fara-



*Fra scenen på Aud Max, hvor 40 PPU-studenter sitter og tegner hvert sitt stearinlys (foto: Snorre Nordal).*

day, datidens mest berømte vitenskapsmann, utla han gjennom seks forelesninger med demonstrasjoner og en vidunderlig kåsseriaktig eleganse, bortimot alt vitenskapen hadde frembragt av kunnskap innen kjemi og termodynamikk. Og den røde tråden i hele denne forelesningsrekken, var noe så enkelt og unnselig som et stearinlys.

Aksel spør studentene om fargene og de ulike sjiktene i flammen, om «koppen» med smeltet stearin, om vekens rolle, om avgassene, om forbrenningens betingelser. Vi kommer så vidt inn på noen av forsøkene man kan gjøre med stearinlys, men det er tre hovedpoeng vi ønsker å formidle. Disse relaterer seg til 1) valg og utforming av læringsarenaer, 2) grundige observasjoner som naturvitenskapelig metode, og 3) utvikling av faghistorier med utgangspunkt i enkle fenomener.

Hele økta tar omtrent 45 minutter, og senere på dagen møtes vi inne i lærerutdanningens ordinære undervisningslokaler til en etterlesning og oppsummering.

I dette undervisningsopplegget arbeidet Aksel og jeg med å bygge opp et rom hvor det var mulig for studentene å bruke aktive oppmerksomhetsbevegelser til å utvikle et indre bilde av stearinlyset – i utfoldelsen mellom det øyet ser og det hånden tegner på arket. Det at det er stille disse ti minuttene lager et potensial som nærmest suger denne deltakelsen frem i studentene.

Samtidig ble stemningen på scenen helt spesiell. Vi bygget opp en dramaturgi – fra vi kom inn på scenen til stearinlysene ble tent – som gjorde studentene nærmest andektige av forventning. Mange av dem skjønte nok ikke helt hva vi var ute etter med denne øvelsen til å begynne med, men etter hvert som de kom i gang med å tegne og studere lyset var det tydelig at flere og flere av dem ble grepet av fascinasjon. Da Aksel også kom

med historien om Michael Faraday hadde de fleste kommet inn i stearinlysets boble, og Aksels malende fortelling gav boblen struktur og faglig berettigelse.

Denne boblen utgjør læringsrommet. Den er formet av scenerommet, av lyssettingen, av stearinlyset selv, men også av studentenes observasjon, konsentrasjon, kinestetiske bearbeiding og av Aksels næye avmålte innspill. Når studentenes selviakttagelse kommer inn i boblen, blir boblens innside som et kaleidoskopisk speil, som åpenbarer endeløse utviklingsmuligheter.

---

I skrivende stund er jeg igjen tilbake ved kateteret, som lærer i fysikk, matematikk og naturfag ved Ski videregående skole. Det er usigelig godt å igjen kunne arbeide med formidling, og ikke (nesten) bare skrive om det. Når jeg står der foran elevene mine – som er store, nesten voksne ungdommer – hender det jeg tar meg selv i å forsøke å se dem for meg som små førsteklasinger på barneskolen. Siden den gang har de vokst, men mange av dem de lengter nok stadig (og kanskje enda sterkere enn da) etter verden utenfor.

Jeg har også vokst, og jeg er blitt lærer. Men det jeg lengter etter i dag, er å nå inn til elevenes verden *innenfor* klasserommet – inn i de boble-rommene som hver elev bærer rundt på. Undervisningskunstens hemmelighet består i å få disse boblene til å omslutte en hel klasse, samtidig. For å få til dette trenger man elevenes medvirkning, men det hender også at det hjelper å riste dem sammen i en ny boks, i et nytt rom.

Jeg gleder meg til fortsettelsen.

Hjemreisen kan ikke avmerkes på kartet,  
den starter i kroppen  
og sprer seg til hodet,  
forplanter seg ned i føttene;  
nå går vi hjem.

(Thomas Espedal, 2006, *Gå. Eller kunsten å leve et vilt og poetisk liv*)

## Liste over figurer og tabeller

Tabell 1. Sammenligning av mål for læringsutbytte i naturvitenskaplige fag og estetiske fag (s. 32)

Figur 1. Flytsonediagram (s. 41)

Tabell 2. Frihetsgrader i praktisk eller utforskende arbeid (s. 44)

Figur 2. Illustrasjon av ulike dimensjoner ved skolens samfunnsoppdrag og innhold (s. 52)

Figur 3. Langtidshukommelsens ulike hukommelsesregistre (s. 56)

Figur 4. Modell for relasjonell erfaringslæring (s. 62)

Tabell 3. Sammenligning av læringsmetaforer (s.63)

Tabell 4. Oversikt over metoder som er anvendt og data som er innsamlet i løpet av prosjektet (s. 81).

Figur 5. Læringsromdiagrammet vil jeg benytte for å karakterisere situasjoner i studiens læringsrom (s. 85)

Tabell 5. Deltakelsesmatrisen brukes til å karakterisere elevenes deltakelse i læringsrommet. Femten aktivitetsformer knytter seg til de fem deltakelsesdomenene og de tre egenbevegelsesformene (s. 87)

Figur 6. Analyse av rombruken i undervisningsopplegget til Mind Gap (s. 129)

Tabell 6. Perseptive aktivitetsformer som øves i Mind Gap (s. 136)

Tabell 7. Kognitive aktivitetsformer som øves i Mind Gap (s. 145)

Tabell 8. Emosjonelle aktivitetsformer som øves i Mind Gap (s. 153)

Tabell 9. Sosialisierende aktivitetsformer som øves i Mind Gap (s. 157)

Tabell 10. Handlende aktivitetsformer som øves i Mind Gap (s. 162)

Tabell 11. Oppsummering av aktivitetsformene som ble stimulert gjennom Mind Gap (s. 163)

Figur 7. Analyse av rombruken i Vindmølleuka (s. 176)

Tabell 12. Perseptive aktivitetsformer i Vindmølleuka (s. 179)

Tabell 13. Kognitive aktivitetsformer i Vindmølleuka (s. 185)

Tabell 14. Emosjonelle aktivitetsformer i Vindmølleuka (s. 190)

Tabell 15. Sosiale aktivitetsformer i Vindmølleuka (s. 195)

Tabell 16. Handlende aktivitetsformer i Vindmølleuka (s. 198)

Tabell 17. Oppsummerende gjennomgang av aktivitetsformene som var i spill gjennom Vindmølleuka (s. 200)

Tabell 18. Rasjonalene bak de to casene, representert deres «svar» på planleggingsspørsmålene (s. 208)

Figur 8. Resultatene av rombruksanalysen fra Vindmølleuka og Mind Gap (s. 210)

Tabell 19. Sammenligning av fasene i de to Mind Gap og Vindmølleuka (s. 213)

Tabell 20. Sammenstilt deltakelsesanalyse (s. 215)

Figur 9. Skjematisk fremstilling av den transformativ læringsprosessen (s. 218)

Figur 10. Læringsrom for ulike typer deltakelse (s. 225)

Tabell 21. Eksempler på støttestrukturer som kan fremme de ulike aktivitetsformene (s. 260)

## Liste over vedlegg

1. Stillingsinstrukser Vindmølleuka
2. Kirstis intervjuguider Vindmølleuka
3. Opprinnelig omvisningsguide og undervisningsopplegg Mind Gap
4. Revidert omvisningsguide og undervisningsopplegg Mind Gap
5. Intervjuguider Mind Gap
6. Analysekoder
7. Læreplanmål knyttet til Mind Gap
8. Læreplanmål knyttet til Vindmølleuka

## Referanser

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H. I. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.). (2010). *Handbook of Research on Science Education*. New York: Routledge.
- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Achiam, M., May, M., & Marandino, M. (2014). Affordances and Distributed Cognition in Museum Exhibitions. *Museum Management and Curatorship*, 29(5).
- Adams, M., Luke, J., & Moussouri, T. (2004). Interactivity: Moving beyond terminology. *Curator: The Museum Journal*, 47(2), 155-170.
- Agency, A. C. (2011). International Design Communication Awards 2012. Retrieved October 31 2013, from <http://agendacom.com/files/bc1efbb227aee402b35b189c740255d0.pdf>
- Alsop, S. (2005). Bridging the cartesian divide: Science education and affect. In S. Alsop (Ed.), *Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science* (Vol. 29, pp. 3-16). Dordrecht: Springer.
- Alsop, S., & Watts, M. (2003). Science education and affect. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1043-1047.
- Anderson, D., Lucas, K. B., & Ginns, I. S. (2003). Theoretical Perspectives on Learning in an Informal Setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 177-199.
- Anderson, R., D. (2007). Inquiry as an Organizing Theme for Science Curricula. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 807-830). New York: Routledge.
- Ansbacher, T. (1998). John Dewey's Experience and Education: Lessons for Museums. *Curator: The Museum Journal*, 41(1), 36-50.
- Arnesen, N., & Knain, E. (Eds.). (2009). *Artikkelsamling for PPU i fagdidaktikk.*: Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Ary, D. e. a. (1996). *Introduction to Research in Education*: Harcourt Brace College Publishers.
- Axelsson, B. (1998). "Vi hade inga pjäxor...": Science Centers ur elev- och lärarperspektiv *NOT-häfte* (Vol. 14). Stockholm: Skolverket och Högskoleverket.
- Baddeley, A. D., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2009). *Memory*. Hove: Psychology Press.
- Bamberger, Y., & Tal, T. (2006). Learning in a Personal Context: Levels of Choice in a Free Choice Learning Environment in Science an Natural History Museums. *Journal of Science Education*, 91(1), 75-95.
- Bamford, A. (2008). *Wow-Faktoren: Globalt forskningskompendium, om kunstfagenes betydning i utdanning*. Oslo: Musikk i Skolen.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Barrett, L. F. (2005). Feeling Is Perceiving: Core Affect and Conceptualization in the Experience of Emotion. In L. F. Barrett, P. M. Niedenthal & P. Winkielman (Eds.), *Emotion and consciousness*. New York: The Guilford Press.
- Basit, T. (2003). Manual or electronic? The role of coding in qualitative data analysis. *Educational Research*, 45(2), 143-154.
- Berryman, T. (1999). Relieving modern day atlas of an illusory burden: Abandoning the hypermodern fantasy of an education to manage the globe. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 4(1), pp. 50-68.
- Biesta, G. J. J. (2010). *Good education in an age of measurement: Ethics, politics, democracy*. Boulder, Colorado: Paradigm Publishers.
- Bitgood, S. (1989). School Field Trips: An Overview. *Visitor Behavior*, IV(2), 3-6.



- Bjønness, B. (2014). *Open inquiry in science classrooms: exploring and developing teachers' practice in upper secondary school*. (PhD), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås. (77)
- Bjønness, B., Johansen, G., & Byhring, A. K. (2011). Lærerens rolle ved utforskende arbeidsmåter. In E. Knain & S. D. Kolstø (Eds.), *Elever som forskere i naturfag* (pp. 127-163). Oslo: Universitetsforlaget.
- Björklund, L.-E. (2008). *Från Novis till Expert: Förtrogenhetskunskap i kognitiv och didaktisk belysning*. (PhD), Linköpings universitet, Norrköping. Retrieved from [http://www.synvillan.net/Lasse/AVH\\_LEB080417\\_TOTAL\\_A5.pdf](http://www.synvillan.net/Lasse/AVH_LEB080417_TOTAL_A5.pdf)
- Bliss, J., Askew, M., & Macrae, S. (1996). Effective teaching and learning: Scaffolding revisited. *Oxford review of Education*, 22(1), 37-61.
- Bokmålsordboka. (1986). Oslo: Universitetsforlaget.
- Bollnow, O. F. (1959/1976). *Eksistensfilosofi og pedagogikk*. København: Christian Ejlers' forlag.
- Bourdieu, P., & Nice, R. (1990). *The logic of practice*. Oxford: Polity Press.
- Bower, G. H. (1992). How Might Emotions Affect Learning? In S.-Å. Christianson (Ed.), *The handbook of emotion and memory: Research and theory*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bradburne, J. M. (1998). Dinosaurs and white elephants: The science centre in the 21st century. *Museum Management and Curatorship*, 17(2), 119-137.
- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388.
- Braund, M., & Reiss, M. J. (2004). *Learning science outside the classroom*: Psychology Press.
- Brown, L. (2011). *World on the edge: how to prevent environmental and economic collapse*. London: Earthscan.
- Bruner, J. S., Aukrust, V. G., & Christensen, B. (1997). *Utdanningskultur og læring*. Oslo: Ad notam Gyldendal.
- Bråten, S. (2007). *Dialogens spel i barnets og språkets utvikling*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Buber, M. (1923/2003). *Jeg og du* (T. G. Simonsen & H. Wergeland, Trans.). Oslo: De norske bokklubbene.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Rand McNally.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1986). *Becoming critical: Education, knowledge, and action research*. London: Falmer Press.
- Caulton, T. (1998). *Hands-on exhibitions: managing interactive museums and science centres*. London: Routledge.
- Cervantes Saavedra, M. d. (1605/1978). *Don Quijote I: Den skarpsindige adelsmand Don Quijote av La Mancha* (N. Kjær & M. Grønvold, Trans.). Oslo: Gyldendal.
- Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called Science?* (3rd ed.). Maidenhead, United Kingdom: Open University Press.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Christiansen, K., & Moser, T. (2002). Sammenhengen mellom motorisk og språklig-kognitiv funksjonsnivå hos 11/12-åringer (Vol. 2). Halden: Høyskolen i Østfold.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Cox-Petersen, A. M., & Pfaffinger, J. A. (1998). Teacher preparation and teacher-student interactions at a discovery center of natural history. *Journal of Elementary Science Education*, 10(2), 20-35.
- Cratty, B. J. (1986). *Perceptual and motor development in infants and children*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.

- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In S. K. L. Abell, N. G. (Ed.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 515-544). New York: Routledge.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow : the psychology of optimal experience*. New York: HarperPerennial.
- Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow: the psychology of optimal experience*. New York: Harper Perennial.
- Dahlin, B., Hugo, A., & Østergaard, E. (2009). An Argument for Reversing the Bases of Science Education: A Phenomenological Alternative to Cognitivism. *NorDiNa*, 5(2), 201-215.
- Damasio, A. R. (2006). *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain*. London: Vintage Books.
- Davidsson, E., & Jakobsson, A. (2012). Using sociocultural frameworks to understand the significance of interactions at science and technology centers and museums. In E. Davidsson & A. Jakobsson (Eds.), *Understanding interactions at science centers and museums: approaching sociocultural perspectives* (pp. 3-22). Rotterdam: Sense publ.
- de Haan, G. (2010). The development of ESD-related competencies in supportive institutional frameworks. *International Review of Education*, 56(2-3), 315-328.
- Deci, E. L. (1992). The relation of interest to the motivation of behavior: A self-determination theory perspective. In K. A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 27-39). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., . . . Sherin, B. L. (2010). Conducting Video Research in the Learning Sciences: Guidance on Selection, Analysis, Technology, and Ethics. *The Journal of the Learning Sciences*, 19, 3-53.
- Dewey, J. (1915/1961). *The School and Society*. Chicago, Ill.: University of Chicago Press.
- Dewey, J. (1934/2005). *Art as Experience*. New York: Perigee.
- Dewey, J. (1938/1998). *Experience & Education*. New York: Kappa Delta Pi.
- DeWitt, J. (2010). School Trips and Classroom Lessons: An Investigation into Teacher-Student Talk in Two Settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 454-473.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2007). Supporting Teachers on Science-focused School Trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29(6), 685-710.
- DeWitt, J., & Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.
- Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2003). Optimizing out-of-school time: The role of free-choice learning. *New Directions for Youth Development*, 97, 75-88.
- Dillon, J. (2011). Teaching science outside the classroom. In R. Toplis (Ed.), *How Science Works: Exploring effective pedagogy and practice*. New York: Routledge.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School science review*, 87(320), 107.
- Dilthey, W., & Betanzos, R. J. (1988). *Introduction to the human sciences: an attempt to lay a foundation for the study of society and history*. Detroit: Wayne State University Press.
- Dorion, K. R. (2009). Science through drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2247-2270.
- Downes, E. J., & McMillan, S. J. (2000). Defining interactivity a qualitative identification of key dimensions. *New Media & Society*, 2(2), 157-179.
- Dreyfus, H., & Dreyfus, S. (1999). Mesterlære og eksperter læring. I: Nielsen. In K. Nielsen & S. Kvale (Eds.), *Mesterlære: Læringsrom som sosial praksis* (pp. 52-69). Oslo: Ad Notam Gyldendal.

- Drisko, J. W. (2000). *Qualitative data analysis: It's not just anything goes!* Paper presented at the Society for Social Work and Research Annual Conference, Charleston, SC.
- Duckworth, E. (1987). *"The having of wonderful ideas" & other essays on teaching & learning*. New York: Teachers College Press, Teachers College, Columbia University.
- Duckworth, E., Easley, J. A., Hawkins, D., & Henriques, A. (1990). *Science Education: A Minds-On Approach for the Elementary Years*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dunn, R., & Dunn, K. J. (1978). *Teaching students through their individual learning styles: a practical approach*. Reston, Va.: Reston Pub. Co.
- Dunn, R., & Griggs, S. (2003). Synthesis of the Dunn and Dunn learning styles model research: who, what, when, where and so what—the Dunn and Dunn learning styles model and its theoretical cornerstone. New York: St John's University.
- Dysthe, O. (1995). *Det flerstemmige klasserommet: skrivning og samtale for å lære*. Oslo: Ad Notam Gyldendal : I samarbeid med NAVFs program for utdanningsforskning.
- ECE, U. (2011, 21 January 2011). *Learning for the future: Competences in Education for Sustainable Development*. Paper presented at the UN ECE Steering Committee on Education for Sustainable Development, Geneva.
- Egan, K. (1986). *Teaching as story telling: An alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school*. University of Western Ontario, Ontario: The Althouse Press.
- Egan, K. (1988). *Primary understanding: education in early childhood*. New York: Routledge.
- Eikeland, O. (1998). Anámneis - dialogisk erindringsarbeid som empirisk forskningsmetode. In O. Eikeland & K. Fossetøl (Eds.), *Kunnskapsproduksjon i endring: Nye erfarings- og organisasjonsformer* (pp. S. 95-136). Oslo: Arbeidsforskningsinstituttet.
- Einstein, A. (1924). *Meine Relativitätstheorie*. Speech recorded in Berlin 6th February 1924.
- Elliot, A. J., & Church, M. A. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of personality and social psychology*, 72(1), 218.
- Elliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Milton Keynes: Open University Press.
- Emanuelsson, J., & Sahlström, F. (2008). The Price of Participation: Teacher control versus student participation in classroom interaction. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 52(2), 205-223.
- Eneroth, B. (1987). *Hur mäter man "vackert"?: grundbok i kvalitativ metod*. [Stockholm]: Natur och kultur.
- Fabes, R. A., Martin, C. L., Hanish, L. D., Galligan, K., & Pahlke, E. (2013). Gender-Segregated Schooling: A Problem Disguised as a Solution. *Educational Policy*, 0895904813492382.
- Falch, T., & Nyhus, O. H. (2009). *Frafall fra videregående opplæring og arbeidsmarkedstilknytning for unge voksne Trondheim: Senter for økonomisk forskning AS*.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1992). *The museum experience*. Washington, D.C.: Whalesback Books.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek: Alta Mira Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2002). *Lessons Without Limit: How Free-Choice Learning is Transforming Education*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.
- Falk, J. H., Martin, W. W., & Balling, J. D. (1978). The Novel Field-Trip Phenomenon: Adjustment to Novel Settings Interferes with Task Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 127-134.
- Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon* (2nd ed.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Faraday, M., & Crookes, W. (1908). *The chemical history of a candle: a course of lectures delivered before a juvenile audience at the Royal Institution*. London: Chatto and Windus.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245.
- Fog, J. (1998). *Med samtalen som utgangspunkt*: Akademisk forlag.
- Fogleman, J., McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2011). Examining the effect of teachers' adaptations of a middle school science inquiry-oriented curriculum unit on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 149-169.

- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the Oppressed* (M. B. Ramos, Trans.): Herder and Herder.
- Freire, P. (1970/1999). *De undertryktes pedagogikk* (S. Lie, Trans. 2nd ed.). Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Frøyland, M. (2002). *Fra gråstein til ekte sølv: en modell og et teoretisk rammeverk for hvordan museene kan bidra til å øke folks naturvitenskapelige forståelse, med geologi som eksempel.* (no. 13), Unipub forl., Oslo.
- Frøyland, M. (2010). *Mange erfaringer i mange rom: Variert undervisning i klasserom, museum og naturen.* Oslo: Abstrakt forlag.
- Gadamer, H.-G. (1960/2004). *Truth and Method* (2nd ed.). London: Continuum.
- Garber, J., & Seligman, M. E. P. (Eds.). (1980). *Human Helplessness: Theory and Applications.* New York: Academic Press.
- Gardner, H. (2006). *Multiple Inteligences: New Horizons.* New York: Basic Books.
- Gardner, H., & Moran, S. (2006). The science of multiple intelligences theory: A response to Lynn Waterhouse. *Educational Psychologist*, 41(4), 227-232.
- Gibson, J. J. (1986). *The ecological approach to visual perception.* Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: self and society in the late modern age.* Cambridge: Polity Press.
- Giddens, A. (1997). *Modernitetens konsekvenser.* Oslo: Pax Forlag.
- Giorgi, A. (2009). *The descriptive phenomenological method in psychology: a modified Husserlian approach.* Pittsburgh, Pa.: Duquesne University Press.
- Gjøtterud, S. M. (2011). *Utvikling av veiledningsmøter i praktisk-pedagogisk utdanning: aksjonsforskning i lærerutdanneres praksis.* (2011:30), Universitetet, UMB, Ås.
- Gladsø, S., Gjervan, E. K., Hovik, L., & Skagen, A. (2005). *Dramaturgi: Forestillinger om teater.* Oslo: Universitetsforlaget.
- Glaserfeld, E. v. (1995). *Radical constructivism: a way of knowing and learning.* London: Falmer Press.
- Goffman, E. (1990). *The Presentation of Self in Everyday Life.* London: Penguin Books.
- Grendstad, N. M., & Sandven, G. J. (1990). *Å lære er å oppdage: Prinsipper og praktiske arbeidsmåter i konfluent pedagogikk.* Oslo: Didakta.
- Griffin, J. M., & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81(6), 763-779.
- Grønmo, L. S., & Onstad, T. (2009). Tegn til bedring: norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMMS 2007. Oslo: Unipub.
- Grønmo, L. S., & Onstad, T. (2013). *Opptur og nedtur: analyser av TIMSS-data for Norge og Sverige.* Oslo: Akademika forl.
- Hale, J. (2012). Narrative Environments and the Paradigm of Embodiment. In S. Macleod, L. H. Hanks & J. Hale (Eds.), *Museum Making. Narratives, Architectures, Exhibitions* (pp. 192-200). Oxon Routledge.
- Halpern, D. F., Eliot, L., Bigler, R. S., Fabes, R. A., Hanish, L. D., Hyde, J., . . . Martin, C. L. (2011). The pseudoscience of single-sex schooling. *Science*, 333(6050), 1706-1707.
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E. M. (2004). Using a Science Writing Heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131-149.
- Handal, G., & Lauvås, P. (1999). *På egne vilkår: En strategi for veiledning av lærere.* Oslo: Cappelen Akademisk forlag.
- Harvey, C. W. (1989). *Husserl's phenomenology and the foundations of natural science* (Vol. 15): Ohio University Press Athens, OH.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement.* New York and London: Routledge.
- Haug, P. (2008). *Klasseromsforskning: Kunnskapsstatus og konsekvensar for lærarrolla og lærerutdanning.* Volda: Institutt for pedagogikk, Høgskulen i Volda.
- Hauge, O. H. (1966). *Dropar i austavind: dikt.* Oslo: Noregs boklag.

- Hawkins, H. (2009). "If education is for the future, then the future needs to be a more explicit concern in education". *The Plymouth Student Educator*, 1(1), 51-57.
- Heath, C., & Vom Lehn, D. (2008). Configuring 'Interactivity': Enhancing Engagement in Science Centres and Museums. *Social studies of science*, 38(1), 63-91.
- Heidegger, M. (1927/1960). *Sein und Zeit*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Heidegger, M. (1927/1996). *Being and time : a translation of Sein und Zeit*. Albany, N.Y.: State University of New York Press.
- Hein, H. (1996). The Art of Displaying Science: Museum Exhibitions. In A. I. Tauber (Ed.), *The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science* (pp. 267-288): Kluwer Academic Publishers.
- Hellesnes, J. (1969). *Ein utdana mann og eit dana menneske: Framlegg til eit utvida daningsomgrep*. Universitetet i Bergen, Bergen.
- Hernes, G. (2010). Gull av gråstein: Tiltak for å redusere frafall i videregående opplæring *Fafo-rapport* (Vol. 3). Oslo: Fafo.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, 79(2), 171-212.
- Hiim, H. (2003). Læreren som forsker. Erfaringer med en strategi for å forske i læreryrket. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*(5-6), 345-358.
- Hjertaker, E. (1984). *Læring gjennom samarbeid: en arbeidsmetode for faglig og sosial læring*. Oslo: Aschehoug/Tanum-Norli.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. doi: 10.1177/1049732305276687
- Hugo, A. (1995). *Erkjennelsens berøring med livet: En studie av slektskapet mellom pedagogisk og vitenskapelig virksomhet*. (Doctor scientarium), Agricultural University of Norway, Ås. (6)
- Hugo, A. (2002). *Lysende interesse, Notat*. Programfor pedagogikk. Norges landbrukshøgskole. Ås.
- Hurley, M. M. (2006). Field Trips as Cognitive Motivators for High Level Science Learning. *The American Biology Teacher*, 68(6), 61-66.
- Husserl, E. (1970). *The crisis of European sciences and transcendental phenomenology: An introduction to phenomenological philosophy*. Evanston: Northwestern University Press.
- Iacoboni, M. (2008). *Mirroring people: the new science of how we connect with others*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Illeris, K. (2012). Læringsteoriens elementer - hvordan hænger det hele sammen? In K. Illeris (Ed.), *49 tekster om læring*. Fredriksberg: Samfundslitteratur.
- Illeris, K. (2013). *Transformativ læring og identitet*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Imsen, G. (2005). *Elevens verden: innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Ingleton, C. (1999, 12-15 July 1999). *Emotion in learning: a neglected dynamic*. Paper presented at the HERDSA Annual International Conference, Melbourne.
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In C. W. Team, R. K. Pachauri & L. A. Meyer (Eds.). Geneva, Switzerland: IPCC.
- Jackson, M. G. (2011). The Real Challenge of ESD. *Journal of Education for Sustainable Development*, 5(27), 27-37.
- Jackson, P. W. (1998). *John Dewey and the lessons of art*. New Haven: Yale University Press.
- Jegstad, K. M., & Nordal, S. (2012). *Critical Thinking for Empowerment: Problem-Based Learning in Education for Sustainable Development*. Paper presented at the 20th Annual Meeting of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education, Lilongwe, Malawi.
- Jenkins, H. S. (2008). Gibson's "Affordances": Evolution of a Pivotal Concept. *Journal of Scientific Psychology*(December), 35-45.
- Johansen, A. (2009). *Skriv!: Håndverk i sakprosa*. Oslo: Spartacus.

- Johnson, D. W., Johnson, R. T., Haugaløkken, O. K., & Aakervik, A. (2006). *Samarbeid i skolen: pedagogisk utviklingsarbeid, samspill mellom mennesker*. Namsos: Pedagogisk psykologisk forlag.
- Jørgensen, B. H. (2003). *Intentionalitet: Om litterær analyse på fænomenologisk grundlag*. Odense: Syddansk Universitetsforlag.
- Kalliopuska, M., & Karila, I. (1987). Association of motor performance and cognitive, linguistic, and socioemotional factors. *Perceptual and Motor Skills*, 65(2), 399-405.
- Kandel, E. R., & Hawkins, R. D. (1992). The Biological Basis of Learning and Individuality. *Scientific American*, 267(3), 78-87.
- KD. (2014). Prosjektrapport Ny GIV 2010-2013. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Kind, P. M. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskapelig allmenndannelse. In D. Jorde & B. Bungum (Eds.), *Naturfagdidaktikk: Perspektiver, forskning, utvikling* (pp. 226-244). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klette, K., Ødegaard, M., Anmarkrud, Ø., Arnesen, N., Bergem, O. K., & Roe, A. (2008). PISA+: Lærings- og undervisningsstrategier i skolen. Oslo: Forskningsrådet.
- Klette, K. r. (Ed.). (2003). *Lærerens klasseromsarbeid: Interaksjons- og arbeidsformer i norske klasserom etter Reform 97*. Oslo: Unipub.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Koestler, A. (1964/1989). *The act of creation*. London: Arkana.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kolb, D. A., & Kolb, A. Y. (2005). The Kolb Learning Style Inventory - Version 3.1 2005 Technical Specifications. <http://www.whitewater-rescue.com/support/pagepics/lisitechmanual.pdf>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Kolstø, S. D., & Knain, E. (2011). Hvordan lykkes med utforskende arbeidsmåter. In E. Knain & S. D. Kolstø (Eds.), *Elever som forskere i naturfag* (pp. 255-283). Oslo: Universitetsforlaget.
- Krogh, E., & Jolly, L. (2012). Relationship-based experiential learning in practical outdoor tasks. In A. Wals & P. B. Cocoran (Eds.), *Learning for Sustainability in Times of Accelerating Change* (pp. 213-224): Wageningen Academic Publishers.
- Krogh, E., & Jolly, L. (2013). Erkjennende læring. In A. Bischoff (Ed.), *Festskrift til Bjørn Tordsson på hans 60-årsdag*. Bø: Høgskolen i Telemark.
- KUF. (1994). *Læreplan for grunnskole, videregående opplæring og voksenopplæring: Generell del*. Oslo: Læringscenteret.
- Kunnskapsdepartementet. (2006). *Et felles løft for realfagene: Strategi for styrking av realfagene 2006-2009*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2010). *Realfag for framtida: Strategi for styrking av realfag og teknologi 2010-2014*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2013). *Læreplan i Naturfag*. Retrieved from <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/>.
- Kvale, S. (1996). *InterViews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing*: Sage Publications.
- Kvale, S. (1999). Forskere i lære. In K. Nielsen & S. Kvale (Eds.), *Mesterlære: Læring som sosial praksis* (pp. 149-163). Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Kvale, S. (2001). *Det kvalitative forskningsintervju* (T. M. Anderssen & J. Rygge, Trans.). Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M., & Rygge, J. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Langholm, G., & Frøyland, M. (2008). Samarbeid mellom skole og museum: Utnyttet museumsbesøk for dårlig? *Naturfag*, 2, 55-56.

- Lave, J. (1999). Læring, mesterlære, sosial praksis. In K. Nielsen & S. Kvale (Eds.), *Mesterlære: Læring som sosial praksis* (pp. 37-51). Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Leichtman, M. D., Ceci, S. J., & Ornstein, P. A. (1992). The Influence of Affect on Memory: Mechanism and Development. In S.-Å. Christianson (Ed.), *The Handbook of Emotion and Memory: Research and Theory*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Levin, J. R. (2004). Random Thoughts on the (In)credibility of Educational-Psychological Intervention Research. *Educational Psychologist*, 39(3), 173-184.
- Levin, J. R., & O'Donnell, A. M. (1999). What to do about educational research's credibility gaps? *Issues in Education*, 5, 177-229.
- Locker, P. (2011). *Basics interior design 02: Exhibition Design* (Vol. 2). Lousanne: Ava Publishing.
- Lofland, J., & Lofland, L. H. (1995). *Analyzing social settings: A Guide to Qualitative Observation and Analysis*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Ludvigsen, S., Elverhøi, P., Ishaq, B., Rasmussen, J., Sundberg, D., Gulderson, E., . . . Rose, S. (2014). Elevenes læring i fremtidens skole: Et kunnskapsgrunnlag *Norges offentlige utredninger* (Vol. 7). Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Ludvigsen, S., Ishaq, B., Rasmussen, J., Sundberg, D., Gulderson, E., Kleven, K., . . . Rose, S. (2015). Fremtidens skole: Fornyelse av fag og kompetanser *Norges offentlige utredninger* (Vol. 8). Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Luke, J. J., & Knutson, K. (2010). Beyond science: Implications of the LSIE report for art museum education. *Curator: The Museum Journal*, 53(2), 229-237.
- Lyng, S. T. (2004). *Være eller lære?: om elevroller, identitet og læring i ungdomsskolen*. Oslo: Universitetsforl.
- Mack, A. (2006). A Deweyan perspective on aesthetic in mathematics education. *Philosophy of Mathematics Education*, 19, 1-24.
- MacKay, D. J. C. (2009). *Sustainable Energy - Without the Hot Air*. Cambridge, England: UIT Cambridge Ltd.
- MacVaugh, J. (2009). Problem Based Learning. In P. Villiers-Stuart & A. Stibbe (Eds.), *The Handbook of Sustainability Literacy - Multimedia version*: University of Brighton.
- Malone, K. (1999). Environmental education researchers as environmental activists. *Environmental Education Research*, 5(2), 163-177.
- Mandela, N. (2003, July 16 2003). *Lighting your way to a better future: Speech delivered by Mandela at launch of Mindset Network*.
- Martin-Smith, A. (1995). Quantum Drama: Transforming Consciousness through Narrative and Roleplay. *The Journal of Educational Thought*, 29, 34-44.
- McClelland, D. C. (1953). *The Achievement motive*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- McNiff, J. (2013). *Action research: Principles and practice* (3rd ed.). London: Routledge.
- McNiff, J., & Whitehead, J. (2011). *All you need to know about action research*. London: Sage.
- Mehli, H. (2014). *Rom for læring: hva kan erfaringer fra autentisk naturvitenskapelig arbeid bidra med i klasserommet?* (Vol. 2014:92). Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Merleau-Ponty, M. (2012). *Kroppens fenomenologi*. [Oslo]: Bokklubben.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Metcalfe, R. J. A., Abbott, S., Bray, P., Exley, J., & Wisnia, D. (1984). Teaching science through drama: An empirical investigation. *Research in Science & Technological Education*, 2(1), 77-81.
- Meyer, X., & Crawford, B. A. (2011). Teaching science as a cultural way of knowing: Merging authentic inquiry, nature of science, and multicultural strategies. *Cultural Studies of Science Education*, 6(3), 525-547.
- Mezirow, J. (1991). *Transformative dimensions of adult learning*. San Fransisco: Jossey-Bass.

- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. London: Nuffield Foundation.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Moe, C. A. (2011). *Newtonrommet som læringsarena i naturfag: Elevers læringsutbytte av undervisning i elektrisitet og energi*. (Masteroppgave), NTNU, Trondheim.
- Mogensen, F., & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new' discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 16(1), 59-74.
- Mortensen, M. F. (2011). Analysis of the Educational Potential of a Science Museum Learning Environment: Visitors' experience with and understanding of an immersion exhibit. *International Journal of Science Education*, 33(4), 517-545.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, England: Open University Press.
- Nagel, M. (2005). Constructing Apathy: How Environmentalism and Environmental Education May Be Fostering "Learned Hopelessness" in Children. *Australian Journal of Environmental Education*, 21.
- National Committee for Research Ethics in the Social Sciences and the Humanities. (2006). Guidelines for Research Ethics in the Social Sciences, Law and the Humanities. Oslo.
- Nergård, T. (2003). "Jenter liker ikke naturfag, i hvert fall ikke fysikk og kjemi". In D. Jorde & B. Bungum (Eds.), *Naturfagdidaktikk: Perspektiver, Forskning, Utvikling* (pp. 143-164). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Newman, F., Wilson, R., & Schechner, R. (2003). Robert Wilson and Fred Newman A Dialogue on Politics and Therapy, Stillness and Vaudeville. *TDR/The Drama Review*, 47(3), 113-128.
- Nielsen, K., & Kvale, S. (1999). Mesterlære som aktuell læringsform. In K. Nielsen & S. Kvale (Eds.), *Mesterlære: Læring som sosial praksis* (pp. 17-33). Oslo: Gyldendal ad Notam.
- Nipen, K. (2011, April 16 2011). Det er tanken som teller, *Aftenposten*, p. 6.
- Noffke, S., & Somekh, B. (2010). *The SAGE Handbook of Educational Action Research*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Nordal, S. (2006). *Fysikkens levende sammenhenger: Praksisteorier i kontekstualisert fysikkundervisning*. (Masteroppgave i fysikkdidaktikk), Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås.
- Norman, D. A. (1988). *The Design of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- NRC. (2007). *Taking Science to School:: Learning and Teaching Science in Grades K-8* (H. A. Schweingruber, R. A. Duschl & A. W. Shouse Eds.). Washington, DC: National Academies Press.
- NRC. (2009a). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. Washington, DC: National Academies Press.
- NRC. (2009b). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits* (P. Bell, B. Lewenstein, A. W. Shouse & M. A. Feder Eds.). Washington, D.C. : National Academies Press.
- NRC. (2015). *A framework for K-12 science education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*. Washington: The National Academies Press.
- NRK (Writer). (2011). Robert Wilson forteller om arbeidet med "Mind Gap".
- OECD. (2010). PISA 2009: Assessment Framework. Key competencies in reading, mathematics and science: Programme for International Student Assessment.
- Omholt, K. (2001). *Heltens og heltinnens vei: om å skape i dialog med det mytiske* (Vol. 1). Ås: Norges Landbrukshøgskole.
- Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331.



- Orion, N., & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.
- Orr, J. E. (1990). Sharing knowledge, celebrating identity: Community memory in a service culture. In D. Middleton (Ed.), *Collective remembering*. London: Sage.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: King's College London.
- Osborne, J., Driver, R., & Simon, S. (1998). Attitudes to science: issues and concerns. *School science review*, 79(288), 27-33.
- Overå, K. M. L. (2010). *Elevenes læringsutbytte av et skolebesøk på Newton energirom*. (Masteroppgave i naturfagdidaktikk), NTNU, Trondheim.
- Pace, P. J. (2007). Empowering citizens through education for sustainable development. In P. G. Xuereb (Ed.), *Business ethics and religious values in the European Union and Malta: For a moral level playing field* (pp. 209-220). Malta: The European Documentation and Research Centre, University of Malta.
- Parvin, J., & Stephenson, M. (2004). Learning science at industrial sites. In M. Braund & M. Reiss (Eds.), *Learning science outside the classroom* (pp. 129-149). London: RoutledgeFalmer.
- Peach, L. (1995). An Introduction to Ethical Theory. In R. L. Penslar (Ed.), *Research Ethics: Cases & Materials* (pp. 13-25). Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press.
- Piaget, J. (1952). Play, dreams and imitation in childhood. *Journal of Consulting Psychology*, 16(5), 413-414.
- Piaget, J. (1959). *The language and thought of the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Popper, K. R. (1982). *The Open Universe: An Argument for Indeterminism From the Postscript to The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson.
- Porter, A. C., & Gamoran, A. (Eds.). (2002). *Methodological advances in cross-national surveys of educational achievement*. Washington, DC: National Academy Press.
- Prain, V., & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 12(6), 609-626.
- Pugh, K. J., & Girod, M. (2007). Science, Art, and Experience: Constructing a Science Pedagogy From Dewey's Aesthetics. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 9-27.
- Putnam, H. (1990). Beyond the Fact/Value Dichotomy. In J. Conant (Ed.), *Realism with a Human Face* (pp. 135-141). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Quale, A. (2007). Konstruktivisme i naturvitenskapen: Kunnskapsyn og didaktikk. *NorDiNa*, 3(2), 175-188.
- Quistgaard, N., & Ingemann, B. (2010). Hvad er spørgsmålet? Om at skabe et læringsrum i udstillingen. *Nordisk Museologi*(1), 50-63.
- Reiss, M. J. (2005). The importance of affect in science education. In S. Alsop (Ed.), *Beyond Cartesian Dualism* (Vol. 29, pp. 17-25). Dordrecht: Springer.
- Relph, E. (1976). *Place and placelessness*. London: Pion Limited.
- Remmen, K. B. (2014). *Reconsidering recommendations for educational fieldwork in earth science: Exploring students' learning activities during preparation, in the field and follow-up work*. (Ph.D. ), University of Oslo, Oslo.
- Rennie, L. J., & McClafferty, T. P. (1995). Using visits to interactive science and technology centers, museum, aquaria and zoos to promote learning in science. *Journal of Science Teacher Education*, 6(4), 175-185.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2008). *Mirrors in the Brain: How Our Minds Share Actions and Emotions* (F. Anderson, Trans.). Oxford: Oxford University Press.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Robson, C. (2002). *Real World Research* (2nd ed.). Cornwall, United Kingdom: Blackwell Publishing.
- Rosiek, J. (2003). Emotional scaffolding. *Journal of Teacher Education*, 54(5), 399-412.

- Roth, W.-M. (1995). *Authentic School Science: Knowing and Learning in Open-Inquiry Science Laboratories* (Vol. 1). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Rychen, D., Salganik, S., & Hersh, L. (2003). *Key Competences for a Successful Life and a Well-Functioning Society*. Cambridge: Hogrefe & Huber.
- Safranski, R. (1998). *En mester fra Tyskland: Heidegger og hans tid*. Oslo: Gyldendal.
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-based research methods for studying learning in context. *Educational Psychologist, 39*(4), 199-201.
- Saul, D. (2000). Expanding environmental education: Thinking critically, thinking culturally. *Journal of Environmental Education, 31*(2), 5-8.
- Schiller, F. (1795/1967). *On the Aesthetic Education of Man: In a series of letters* (E. M. Wilkinson & L. A. Willoughby, Trans.). London: Oxford University Press.
- Schreiner, C. (2008). Noen realist som passer for meg? Ungdoms valg av utdanning og yrke *Kimen* (Vol. 1). Oslo: Naturfagsenteret.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2006). Jeg velger meg naturfag! (...Hvem gjør egentlig det?): En studie av ungdoms prioriteringer ved valg av utdanning og yrke. from <http://www.roseproject.no/network/countries/norway/nor/nor-schreiner-utdanningsvalg2006.pdf>
- Schön, D. A. (1995). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. Aldershot: Arena.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education, 90*(4), 605-631.
- Seidel, S., Tishman, S., Winner, E., Hetland, L., & Palmer, P. (2009). *The Qualities of Quality: Understanding Excellence in Arts Education*. Cambridge, MA: Project Zero at the Harvard Graduate School of Education.
- Sfard, A. (1998). On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One. *Educational Researcher, 27*(2), 4-13.
- Shortland, M. (1987). No business like show business. *Nature, 328*(6127), 213-214.
- Shrader-Frechette, K. (1994). *Ethics of Scientific Research*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Sjaastad, J., Carlsten, T. C., & Opheim, V. (2014). Evaluering av Lektor2-ordningen: Gjestelærere fra arbeidslivet i skolens realfagundervisning.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Sobel, D. (1996). *Beyond ecophobia: reclaiming the heart in nature education*. Great Barrington, MA: Orion Society.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory, 82*, 171-177.
- SSB. (2014). Gjennomstrømning i videregående opplæring 2008-2013. Retrieved 19.07.14, from <https://www.ssb.no/utdanning/statistikker/vgogjen/aar/2014-06-19>
- Stake, R. E. (2000). Case Studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (2nd ed.): Sage Publications, Inc.
- Stibbe, A. (2009). *The Handbook of Sustainability Literacy*. Foxhole, United Kingdom: Green Books Ltd.
- Stibbe, A., & Luna, H. (2009). Introduction. In A. Stibbe (Ed.), *The Handbook of Sustainability Literacy: Skills for a changing world*. Devon: Green Books Ltd.
- Stinner, A. (1995). Contextual settings, science stories, and large context problems: Toward a more humanistic science education. *Science Education, 79*(5), 555-581.
- Stinner, A. (2006). The large context problem (LCP) approach. *Interchange, 37*(1), 19-30.
- Strandkleiv, O. I. (2006). *Motivasjon i praksis: håndbok for lærere*. Oslo: Elevsiden DA.
- Strife, S. (2010). Reflecting on environmental education: where is our place in the green movement? *The Journal of Environmental Education, 41*(3), 179-191.
- Svartdal, F., & Flaten, M. A. (1998). *Læringspsykologi*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.

- Tal, R. T. (2001). Incorporating Field Trips as Science Learning Enrichment - An Interpretive Study. *Learning Environments Research*, 4, 25-49.
- Tal, T., & Morag, O. (2007). School Visits to Natural History Museums: Teaching or Enriching. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 747-769.
- The Research Council of Norway. (2009). Research Ethics checklist. Retrieved November 21, 2011, from [http://www.forskingsradet.no/en/Article/Research\\_Ethics\\_checklist/1182736871270](http://www.forskingsradet.no/en/Article/Research_Ethics_checklist/1182736871270)
- Tilbury, D., & Wortman, D. (2004). *Engaging People in Sustainability*. Cambridge: IUCN.
- Tiller, T., & Tiller, R. (2002). *Den andre dagen: Det nye læringsrommet*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Totterdell, M., Hathaway, T., & la Velle, L. (2011). Mastering teaching and learning through pedagogic partnership: a vision and framework for developing 'collaborative resonance' in England. *Professional Development in Education*, 37(3), 411-437.
- Tranøy, K. E. (1988). The Foundations of Cognitive Activity: An Historical and Systematic Sketch. In A. J. I. Jones (Ed.), *Knut Erik Tranøy: The Moral Import of Science: Essays on Normative Theory, Scientific Activity and Wittgenstein* (pp. 121-136). London: Sigma Forlag AS.
- Treimo, H. (2013). Mind Gap. *Interdisciplinary Science Reviews*, 38(3), 259-274.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Tuschling, A., & Engemann, C. (2006). From Education to Lifelong Learning: The emerging regime of learning in the European Union. *Educational Philosophy and Theory*, 38(4), 451-469.
- UFD. (2005). *Realfag, naturligvis: strategi for styrking av realfagene 2002-2007*. Oslo: Utdannings- og forskningsdepartementet.
- Ulleberg, H. P. (1995). *Skoleanleggets mikrofysikk : en analyse av skolebyggets og skolegårdens sosialiseringssfunksjon*. (Hovedoppgave i pedagogikk), Universitetet i Trondheim, Trondheim.
- UN General Assembly. (2002). 57/254. *United Nations Decade of Education for Sustainable Development*. (57/254).
- Vom Lehn, D., Heath, C., & Hindmarsh, J. (2001). Exhibiting interaction: Conduct and collaboration in museums and galleries. *Symbolic interaction*, 24(2), 189-216.
- Vygotskij, L. S. (1934/1982). *Tænkning og sprog*. København: Hans Reitzels forlag.
- Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the "Third Space". *Science Education*, 88(6), 901-914.
- Wang, H. (2001). Aesthetic Experience, the Unexpected, and Curriculum. *Journal of Curriculum and Supervision*, 17(1), 90-94.
- WCED. (1987). *Our Common Future*. In O. U. Press (Ed.): World Commission on Environment and Development.
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive science centres. *Physics Education*, 25(5), 247.
- Wellington, J. (2005). Practical work and the affective domain: What do we know, what should we ask, and what is worth exploring further? In S. Alsop (Ed.), *Beyond Cartesian Dualism* (Vol. 29, pp. 99-109). Dordrecht: Springer.
- Werne, F. (1987). *Den osynliga arkitekturen*. [Göteborg]: Vinga Press.
- Whitehead, J. (1989). Creating a living educational theory from questions of the kind, 'How do I improve my practice?'. *Cambridge Journal of Education*, 19(1), 41-52.
- Whitehead, J., & McNiff, J. (2006). *Action research living theory*. London: SAGE Publications.
- Wilson, F. R. (2010). *The hand: How its use shapes the brain, language, and human culture*. Toronto: Random House LLC.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods* (Vol. 5). Los Angeles: Sage.
- Zahavi, D. (2003). *Fænomenologi*. Roskilde, DK: Roskilde Universitetsforlag.

- Zeller, T. (1989). The historical and philosophical foundations of art museum education in America. In N. Berry & S. Mayer (Eds.), *Museum education: History, theory, and practice* (pp. 10-89). Reston, VA: National Association of Art Education.
- Zembylas, M. (2004). Young children's emotional practices while engaged in long-term science investigation. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 693-719.
- Zhang, J., & Patel, V. L. (2006). Distributed cognition, representation, and affordance. *Pragmatics & Cognition*, 14(2), 333-341.
- Zubrowski, B. (1982). An aesthetic approach to the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(5), 411-416.
- Zubrowski, B. (2009). *Exploration and Meaning Making in the Learning of Science* (Vol. 18). Boston: Springer.
- Ødegaard, M. (2001). *The Drama of Science Education: How public understanding of biotechnology and drama as a learning activity may enhance critical and inclusive science education*. (Ph.D.), University of Oslo, Oslo.
- Ødegaard, M. (2003). Dramatic Science. A Critical Review of Drama in Science Education. *Studies in Science Education*, 39, 75-102.
- Ødegaard, M., & Arnesen, N. E. (2010). Hva skjer i naturfagsklasserommet? - resultater fra en videobasert klasseromsstudie; PISA+. *NorDiNa*, 6(1), 16-32.
- Østergaard, E. (1998). *Ett skritt tilbake og to fram: En fenomenologisk studie av bønder i omstilling til økologisk landbruk*. (Doctor Scientarium Teses), Norges Landbrukshøgskole, Ås. (1998: 25)
- Østergaard, E. (2004). Hemmelige rom: Komponeringens slektskap med mysteriet. In E. Guldbrandsen & Ø. Varkøy (Eds.), *Musikk og mysterium: Fjorten essay om grensesprengende musikalsk erfaring* (pp. 91-110). Oslo: Cappelen Forlag.
- Østergaard, E. (2006). Composing Einstein: exploring the kinship of art and science. *Interdisciplinary Science Reviews*, 31(3), 1-14.
- Østergaard, E. (2011a). Darwin and Wagner: Evolution and Aesthetic Appreciation. *Journal of Aesthetic Education*, 45(2), 83-108.
- Østergaard, E. (2011b, July 2011). *Foucault's Pendulum and the scientific-aesthetic Space*. Paper presented at the Science & Culture: Promise, Challenge and Demand. Proceedings from IHPST conference, Thessaloniki, Greece.

VINDMØLLEUKA

# STILLINGSBESKRIVELSER



www.umb.no

1

## MILJØVERNMINISTER

### Stillingsinstruks

Du har hovedansvar for gruppas miljøpolitiske arbeid og disposisjoner. Under dette ligger at du skal lede arbeidet med å:

- Vurdere ulike bosetningsalternativer opp mot hverandre
- Beregne hvilket elektrisitetsforbruk dere har i dag
- Beregne hvilket framtidig elektrisitetsforbruk dere skal ha
- Beregne hva som skal til for at dere blir selvforsynte med elektrisk energi

Du har også hovedansvar for å passe på gruppas tidsbruk gjennom uka, slik at dere rekker å bli ferdige med alt til fredag.

Alle disposisjoner skal forklares og begrunnes i sluttpresentasjonen.

Du skal jobbe ekstra tett sammen med journalisten gjennom uka.



www.umb.no

2



## VITENSKAPSJOURNALIST



### Stillingsinstruks

Du har hovedansvar for å lage en presentasjon som beskriver alt dere har jobbet med gjennom uka, og som blant annet forklarer:

1. Hvilket framtidig elektrisitetsforbruk (hvor mange kWh) dere legger opp til på det stedet gruppa har valgt å bosette seg, og hvordan dere kan gjøre dere selvforsynt med elektrisk energi
2. Hvor mye effekt (hvor mange watt) den eller de vindmøllene dere planlegger bygd da må levere
3. Hvorfor det er grenser for hvor mye energi som kan hentes ut fra vinden
4. Hvordan en motor kan produsere elektrisk strøm
5. Hvordan man kan måle/beregne effekt (watt) levert fra vindmøllen deres
6. Hvilke designvalg dere har gjort for at virkningsgraden til vindmøllen deres skal bli best mulig
7. Hvilke designvalg dere har gjort for at tårnet skal bli så stabilt og solid som mulig

For å finne svar på disse spørsmålene samarbeider du med de tre andre ekspertene i gruppa. Du må også ta bilder og videosnutter underveis, som brukes i presentasjonen. Hele gruppa skal fredag være med på å presentere vindmølla og gruppas arbeid, men du leder presentasjonen.



## INDUSTRIDESIGNER

# designer

### Stillingsinstruks

Du har hovedansvar for effektiv, funksjonell og estetisk materialbruk. Du skal ha særlig fokus på å

- Kunne forklare bruk av *fagverkstrukturer* i tårn og byggverk
- Kunne forklare *flyvingeprinsippet* og utformingen av vindmølleblader
- Gå systematisk og planmessig til verks i å teste og endre ulike parametere for å gjøre vindmølla deres så effektiv som mulig
- Kunne forklare begrepet *virkningsgrad*
- Gjøre hele konstruksjonen så pen og estetisk tiltalende som mulig
- Passe på at gruppas materialpakker forvaltes godt, med minst mulig svinn

Du er sjef for verktøy og orden i gruppa.



## VERKSTEDSREGLER: DETTE ER DITT ANSVAR

1. Utvis **forsiktighet**, **nøyaktighet**, og **omtanke** for andre
2. Arbeidsstasjonen din og området rundt skal være enda **ryddigere** når du forlater det enn da du kom dit
3. Ved bruk av maskinverktøy (stikksag, drill, borremaskin, slipemaskin) skal du ha på deg **vernebriller** og være fulgt av en **veileder**
4. Ved bruk av skarpe verktøy som kniv og sag må du utvise særlig forsiktighet, også med tanke på **underlaget** og **de omkring deg**
5. Når du borrar eller sager må du være ekstra nøyaktig; vi kan **ikke sløse** med materialet
6. Hold i orden og ta godt vare på **verktøyet**



Temaguide til fokusgruppeintervju med lærer og universitetsansatte

- Ulike parters forventninger til prosjektet på forhånd
- Hvordan resultatet stilte til forventningene
- Det praktiske ved utvalg av elever
- I hvilken grad elevene er blitt øvet i kritisk tenking og i hvilke deler av prosjektuka
- Hvordan prosjektet har påvirket elevene mtp bærekraftig utvikling
- Hvordan prosjektet har påvirket elevene mtp ønske om å handle for en mer bærekraftig verden



**Intervjuguide/Temaguide til fokusgruppeintervju med elevene**

- Hvordan ønsker dere at verden skal være når dere blir voksne?
- Har dette endret seg i løpet av prosjektuka?
- Hva er det viktigste du har lært denne uka?
- Hva er det beste du har opplevd denne uka?
- Har du lært noe denne uka som gjør at du kan leve mer bærekraftig?
- Har du lært noe denne uka som gjør at du ønsker å endre hvordan du lever?



NORSK  
**TEKNISK**  
MUSEUM

MIND GAP  
MAL

UNGDOMSTRINNET

45 min OMV.  
5 min oppsummering

### FRA SKOLEBROSJYRA 2011/2012:

"Hva skjer når vi er forelsket? Hvordan finner vi frem – og hva er egentlig Parkinsons sykdom? Hvordan kommuniserer milliarder av hjerneceller for at vi skal kunne tenke, føle, bevege oss og minnes ting, og hva grubler hjerneforskerne på? Utstillingen er designet av Robert Wilson; en av verdens mest anerkjente scenekunstnere og utstillingsdesignere. Opplev hjernen gjennom arkitektur, film, lys og lyd."

### UTDRAG FRA KUNNSKAPSLØFTET

Relevante læreplanmål etter 10. trinn:

#### Naturfag: Kropp og helse

- beskrive hvordan hormoner er med på å styre ulike prosesser i kroppen.
- forklare hvordan nervesystemet og hormonsystemet styrer prosesser i kroppen

#### Naturfag: Forskerspiren

- forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning, og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen

#### Kunst og håndverk

- vurdere ulike budskap, etiske problemstillinger og visuell kvalitet i reklame, film, nettsteder og dataspill

### STRUKTUR

- 45 min OMVISNING i utstillingen
- 5 min oppsummering i utstillingen

### Intro (Utenfor Mind gap eller i foajeen)

I denne omvisningen skal vi først snakke litt om hva vi vet om hjernen i dag. Deretter skal vi se på hvordan kunnskapen om det aller viktigste organet i kroppen har vokst gjennom historien, og at akkurat som i andre grener av vitenskapen har dette av og til skjedd ved hjelp av tilfeldige oppdagelser. I løpet av omvisningen skal vi se på tre slike oppdagelser som har gjort at vi vet det vi vet om hjernen i dag.

Dette er en meget spesiell ustilling, som dere vil merke når vi går inn i den. Vi skal begynne med å gå sammen inn i en mørk sluse. Her skal vi stå helt stille en kort stund før vi beveger oss videre.

På vei til veggen med hjernepreparatene kan elevene få litt tid til å orientere seg. Be dem ikke nøye på ansiktene på skjermene, og fortell at dette er både mennesker som forsker på hjernen og mennesker som har sykdommer knyttet til hjernen. Etter hvert vil noen legge merke til at ansiktene ikke er stillbilder men film, og at menneskene blunker.

## **1. Hjernen før og nå<sup>1</sup>** (ved veggen med hjerner i speilrommet)

Stikkord: hjernepreparatene, kunnskap om hjernen, synapser, det gamle Egypt, sjelen, forelskelse, hormoner,

### **Hjernepreparatene**

På veggen bak meg ser vi mange hjerner med ulike sykdommer (vis for eksempel preparatet med vannhode og slag). Hvorfor tror dere man har samlet på disse hjernene? Grunnen til at man har samlet på disse hjernene er fordi man ønsket å finne ut mer om hjernen og om ulike sykdommer som man kan få i den. Det er jo ofte først når noe ikke er helt som det skal med hjernen vår at vi tenker over at vi har den, for da kan vi også merke det på forskjellige steder i resten av kroppen.

### **Hva vet vi om hjernen i dag?**

Hva bruker vi egentlig hjernen til? Svaret er: Alt. Hjernen styrer alt i kroppen vår, at vi puster, hvor fort hjertet skal slå, at vi blunker, blir sultne, vokser, tenker, føler osv. **Men hvordan ser den ut?** Hjernen er en grå klump på størrelse med en kokosnøtt, den veier rundt 1,5 kg, har form som en stor valnøtt med store folder/furer, og konsistensen minner om hardt smør. Den består av over 100 milliarder nerveceller, som ligger og skvalper i saltvann inni en hinne i hodeskallen. Slik ligger hjernen godt beskyttet.

For at vi skal kunne se, tenke, føle og gjøre alle de tingene vi gjør, må disse nervecellene kommunisere med hverandre. Det gjør de både ved hjelp av elektriske signaler og med kjemiske stoffer. Hver nervecelle er i kontakt med tusenvis av andre nerveceller via spesielle kontaktpunkter som kalles synapser. Siden synapsen er et lite mellomrom mellom hver nervecelle må signalet gjøres om til et kjemisk stoff for å kunne komme seg over dette mellomrommet frem til neste nervecelle. (Bruk kroppen til en elev til å illustrere hvordan signalene går fra en nervecelle til en annen, med en arm som akson, kroppen som cellekropp m/kjerne, og beina som dendritter.)

---

<sup>1</sup> Forståelsen av hjernefunksjon – et historisk perspektiv av Norma Mjelle, i Tidsskrift for Den norske legeforening nr. 11, 2001.

Resultatet av alle signalene som sendes mellom nervecellene i kroppen vår er at vi er akkurat den vi er, og kan gjøre alle de tingene vi gjør. Selv om mennesker lenge har forsket på hjernen, er det ikke alle kulturer som har tenkt at den har vært så viktig som det vi vet at den er i dag.

### Det gamle Egypt

Når de egyptiske faraoene og deres hustruer skulle gravlegges i det gamle Egypt var det vanlig at kroppene ble balsamert før de ble lagt i vakre mumiekister. De organene som man mente var viktige (lunge, lever, magesekk og tarm) for livet som ventet den døde i underverdenen (dødsriket), ble mumifisert og lagt i kanopiske krukker, slik vi har et eksemplar av her. Krukkene skulle beskytte de mumifiserte innvollene mot eventuelle farer på vei til underverden. Der skulle de gjenforenes med sin herre og tjene ham videre i all evighet. Hjertet lot man bli værende i kroppen, riktignok gjerne beskyttet av en amulett. Grunnen var at man mente at hjertet hadde en spesiell betydning i kroppen under reisen til dødsriket. Men hva tror dere at man gjorde med hjernen? Den ble fjernet gjennom nesen ved at man laget et lite hull inn til hjernen herfra, med hammer og en liten meisel. Deretter brukte man en lang og tynn bronsekrok til å bryte ned hjernemassen til væskeform (nesten slik man kan gjøre gelé rennende ved å røre i den) slik at den kunne helles ut gjennom hullet i nesen. Det viser tydelig at man ikke visste hvor viktig hjernen er.



### Hvor sitter sjelen?

Egypterne så for seg at den døde kropp skulle bli gjenforent med sjelen i dødsriket, derfor var det å balsamere den døde kroppen så viktig. Men det er ikke bare egyptere som har vært opptatt av kroppen og sjelen; to greske filosofer, Platon og Aristoteles, forsøkte å finne ut av



hvor i kroppen sjelen satt, men var svært uenige. Mens Platon mente sjelen var delt i tre med de to viktigste delene (intellektet og fornuften) plassert i hjernen, (moralen, på den annen side, hadde sin plass i hjertet), benektet Aristoteles at hjernen hadde noen rolle i å kontrollere følelser og bevegelser. Sjelen, mente han, lå i hjertet. Selv om denne teorien ikke ble noe populær, sier vi fortsatt at vi har vondt i hjertet eller at det stikker i hjertet hvis vi har kjærlighetssorg eller hjertesorg som det også

kalles. Men også forelskelse kan man kjenne i hjertet, som oftest fordi det kanskje slår litt fortere når man ser personen man er forelsket i. Etter Aristoteles sin teori har hjertet blitt et symbol på kjærlighet. Er det noen her som har vært forelsket noen gang? Hvordan kjennes det ut i kroppen da? Og hvor i kroppen kjenner man forelskelsen?

### **Forelskelse**

Selv om forelskelse er noe man først og fremst føler på kroppen, starter det hele selvsagt i hjernen. I naturvitenskapen forklarer man forelskelse ut fra hormoner. Hormonene blir skilt ut fra kjertlene i kroppen, og fungerer som kjemiske budbringere mellom de ulike organene i kroppen.

Adrenalin er et hormon som aktiviseres når vi blir sinte eller redde. Men adrenalinet er også i full aksjon når vi er forelsket: man svetter, får hjertebank og pupillene blir faktisk også større. Adrenalinet virker på musklene, og det gjør at hjertet slår raskere og du blir rastløs. Når kroppen blir stresset på denne måten, oppfatter hjernen det som en slags smerte. Den begynner å skille ut kroppens naturlige smertestillende stoffer – endorfiner. Disse gir deg en følelse av velvære og beruselse. Forelskelsen slipper også fri et annet hormon, nemlig signalstoffet dopamin. Dopamin aktiviserer behag- og lystsentre i kroppen, og kalles derfor ofte for lykkemolekylet. Dopamin gjør oss glade og fornøyde, gir oss masse energi og en opprømt følelse. Når man blir forelsket øker aktiviteten av dopamin i hjernen. Det er den vitenskapelige forklaringen på at nyforelskede blir euforiske, friske og raske og føler at de svever. Når adrenalinet og dopaminet herjer rundt i kroppen, er det ikke rart vi føler oss ekstra glade.

Nå skal vi bevege oss litt lenger inn i utstillingen, dere kan sette dere ned foran karene med fisker.

## **2. Sebrafisk og forskning**

Stikkord: forskning, Leonardo da Vinci, Sebrafisk og modellorganismer, Nansen, Golgi og Cajal

Når har vi snakket litt om alt det vi vet om hjernen og om hva som skjer med oss når vi er forelsket. Men hvordan vet vi alt dette? All den kunnskapen som vi har om hjernen skyldes at mange mennesker gjennom historien har vært nysgjerrige og forsøkt å finne ut mer om hjernen. En som forsket på hjernen var Leonardo da Vinci. Selv om det var strengt forbudt dissekerte han over 300 lik for å finne ut mer om blant annet hjernen. Også han var opptatt av å finne ut hvor i kroppen sjelen satt. Han mente den holdt til i noen hulrom inni hjernen (ventriklene). Selv om vi i dag har mange avanserte maskiner som kan skanne hjernen, har forskerne ikke funnet ut av hva bevissthet og sjel er, og om de sitter et bestemt sted i hjernen.

Nå skal vi ta en nærmere titt på det som står bak meg. En vegg av masse kar med fisk. Fiskene er ca 2 cm, de er gjennomsiktige med noen mørkeblå striper. Er det noen som vet hva slags fisk dette er? (hint: striper som på en...) De heter Sebrafisk og er veldig nyttig i hjerneforskning (men er også populære i vanlige hjemmeakvarier). Mens da Vinci forsket på døde mennesker, ønsker dagens forskere å finne ut mer om hva som skjer inni den levende

menneskehjernen. Men det er selvsagt mye man ikke kan teste på levende mennesker, derfor bruker man ulike dyr til dette, slik som Sebrafisk.

Forskerne kjenner nå alle genene til Sebrafisken, akkurat som man gjør hos mennesket. Forskerne kan putte inn ett sykdoms-gen som gir Alzheimer; hukommelsessvikt eller Parkinsons; skjelvinger, for å se hvordan sykdommene utvikler seg hos fisken. Hvis en Sebrafisk får Parkinsons, vil den ikke få skjelvinger slik som et menneske, men man kan se at den får vanskeligheter med å svømme. Man kan følge slike arvelige sykdommer som Parkinsons over tid, fordi Sebrafisken har en generasjonstid på bare 3 måneder, det vil si tiden fra fisken blir født til de kan få eget avkom. Siden dette er utrolig mye raskere enn hos de fleste pattedyr egner Sebrafisken (akkurat slik som bananfluer) seg godt til arvelighetsstudier. Hvert år formerer Sebrafisken seg med tre-fire nye kull, og et viktig poeng er at de befruktede eggene utvikler seg utenfor fiskekroppen og er gjennomsiktige, noe som gjør det enklere å studere hele utviklingsprosessen.



Slike kar som dette finner vi i kjelleren på Veterinærhøgskolen. De brukes i forskning på bl.a. forurensning og ulike sykdommer. Noen av fiskene skal til og med ut i verdensrommet for å finne ut hvorfor astronauter blir mer rammet av beinskjørhet enn vi som holder oss på landjorda.

Men ligner vår hjerne på sebrafisken sin? Den er fryktelig mye mindre, men sebrafisken har omtrent like mange gener som oss og vi deler hele 40 prosent av våre gener med den, noe som gjør at den kan brukes til å undersøke hvordan ulike stoffer og sykdommer kan påvirke oss mennesker. I forskningen kalles Sebrafisk, mus, rotter, bananfluer og gjærsopp, i tillegg til enkelte bakterier og virus, gjerne for modellorganismer. Og hvis dere følger ekstra nøye med, kan det hende dere får se enda en modellorganisme litt senere i omvisningen.

En berømt nordmann som også brukte dyr i sin hjerneforskning, var Fridtjof Nansen<sup>2</sup>, han forsket på slimålens nervesystem. På Nansens tid visste man ikke like mye om nervecellene som det man gjør i dag, og mange hjerneforskere mente at nervecellene i hjernen hang sammen. Heldigvis



<sup>2</sup> Fra artikkelen *Da Nansen forsket på slimål*, Dagbladet, 29.05.2009:

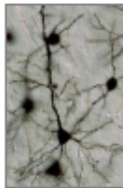
[http://www.dagbladet.no/2009/05/28/magasinet/historie/forskning/vitenskap/fridtjof\\_nansen/6426388/](http://www.dagbladet.no/2009/05/28/magasinet/historie/forskning/vitenskap/fridtjof_nansen/6426388/)

skjedde det noe ved en tilfeldighet på kjøkkenbenken til en italiener, som kom til å endre hjerneforskningen.

### Første oppdagelse

I Italia ble Camillo Golgi (1843-1926) så fascinert av hjernen at han satte opp et laboratorium på kjøkkenbenken hjemme. På denne tiden hadde man funnet ut hvordan man kunne skjære tynne skiver av hjernen som man kunne studere under mikroskop, men alt han så var en blek homogen masse.

Ved et uhell kom Golgi en dag til å skubbe til en hjerneskive slik at den falt ned i et fat som inneholdt fargeløsning med sølvnitrat, uten at han selv merket det. Og slik ble den liggende i flere uker før han tilfeldigvis oppdaget den. Det viste seg at han hadde oppdaget noe viktig, for under mikroskopet kunne han nå se et komplekst mønster av mørke flekker som lå mellom tynne tråder. Dette utviklet seg til en metode for å studere hjerneceller, som fortsatt brukes i dag. Selv Nansen dro til Italia for å lære seg denne metoden. Senere fikk Golgi og en spanjol som het Cajal, som hadde videreutviklet metoden hans, nobelprisen i medisin. Men historien forteller at de var så bitre over å måtte delen prisen at de så hver sin vei under prisutdelingen.



Etter hvert som man utviklet enda bedre mikroskop (elektronmikroskopet) ble det mulig å bekrefte det både Cajal og Nansen mente, men som de ikke hadde vært i stand til å se med sine egne øyne, at nervecellene ikke henger sammen, men er adskilt med et lite mellomrom, synapsen.

Denne utstillingen har fått navnet Mind gap, noe som ligner på beskjeden man får hvis man tar metro i London (eller Oslo) og det er et mellomrom mellom toget og plattformen: "Mind the gap". Navnet henspiller blant annet på det mellomrommet som Nansen påpekte at det var mellom nervecellene i hjernen, synapsen, men navnet kan også minne oss på at det fortsatt er stor avstand mellom den kunnskapen vi har om hjernen, og alt det vi har igjen å finne ut av.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Se i bakgrunns materialet for mer om utstillingstittelen.

### 3. Hukommelsens mysterium<sup>4</sup> (i trerommet ved den tørkede sjøhesten og Kamera lucida)

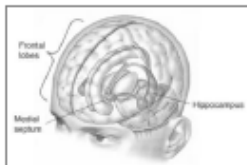
Stikkord: behandling, Henry Molaison, sjøhest, hippocampus, hukommelse og læring

#### Andre oppdagelse

En av de mange tingene som forskerne fortsatt lurer på og ønsker å undersøke, er hvordan hukommelsen vår fungerer. En mann som har betydd mye for hukommelsesforskningen gjennom tidene er amerikaneren Henry Molaison.

Da han var ung var han så sterkt plaget av epilepsi, at legene bestemte seg for å operere bort en liten del av hjernen som heter hippocampus, fordi man mente dette ville fjerne anfallene. Er det noen som husker fra forarbeidet hvilket dyr denne delen av hjernen er oppkalt etter? Denne hjernedelen har fått sitt navn etter det latinske navnet på sjøhest, på grunn av at formen ligner hvis man snitter den i to på langs. Kan noen få øye på en sjøhest her inne?

Da Henry våknet etter operasjonen, var anfallene borte, og nå som han greide å konsentrere seg gjorde han det også bedre på intelligenstaget. Men til legenes store overraskelse kjente ikke Henry dem igjen da de etter en stund kom tilbake til rommet hans, og etter hvert begynte det å gå opp for dem at noe var ordentlig galt. Henry var nemlig ikke lenger i stand til å huske noe særlig av hendelser, steder og navn, mens han fortsatt kunne tilegne seg ferdigheter som krever lang tids trening, slik som å sykle. På denne tiden ante man ikke at hippocampus var så viktig for hukommelse og læring. Kirurgen visste rett og slett ikke bedre sa han skar den ut.



Etter operasjonen var Henry i stand til å ha tanker i hukommelsen i rundt 20 sekunder hvis han ikke ble forstyrret, og studiene av ham har dannet grunnlaget for videre studier av hukommelsen. I dag vet vi blant annet at hippocampus er essensiell for å lære seg nye ting som du kan fortelle til andre – fakta, hendelser, fantasi. Uten hippocampus kan du for eksempel ikke fantasere om fremtiden!

Etter Henrys død i 2008 ble hjernen hans frosset ned til minus 40 grader, og i 2009 ble den skivet inn i rundt 2500 deler som man skal bruke til å lage en digital utgave av Henrys hjerne, litt på samme måte som Google gjorde med Google Earth. Dette skal man bruke videre til å forske mer på Henrys hjerne og hukommelse.

<sup>4</sup> Fra artikkelen *Berømt hjerne skal gi svar* av Stein Jarle Olsen, Teknisk Ukeblad, 03.12.2009: <http://www.tu.no/nyeteknologier/article230399.ece>



## 4. Behandling av Parkinsons<sup>5</sup>

(ved Demipulse Duo, montert på ett av trærne ved benken med stereotaktisk utstyr)

Stikkord: Parkinsons, pacemaker, dopamin, behandlingsmetoder, "strikkepinne", dyp hjernestimulering, strømsignaler

Husker noen hvorfor legene opererte ut Hippocampus'en til Henry Molaison?

Utgangspunktet for at Henry Molaison fikk operasjonen hvor man fjernet hippocampus var at man mente det skulle fjerne epilepsianfallene hans, noe det også gjorde. I dag har både forskningen og teknologien heldigvis utviklet seg slik at det finnes andre og forhåpentligvis bedre behandlingsmetoder for epilepsipasienter.

Dette er en pacemaker (pek på Demipulse Duo) som blant annet brukes i behandlingen av pasienter med epilepsi og Parkinsons. Husker noe fra forarbeidet hva som skjer med pasienter med Parkinsons? Parkinsons er en kronisk (og foreløpig uhelbredelig) sykdom som fører til at hjernen produserer for lite av et stoff som heter dopamin, noe som fører til at pasientene blant annet får ukontrollerte muskelbevegelser.

### Tredje oppdagelse

Tidlig i forrige århundre oppdaget man at enkelte pasienter med denne sykdommen, plutselig hadde sluttet helt å skjelve. Ved obduksjon fant man ut at de hadde hatt en liten hjerneblødning/et lite infarkt i en spesiell del av hjernen (thalamus). Skjelvingen hadde opphørt eller blitt redusert fordi denne delen av hjernen hadde blitt skadet. Etter hvert (fra 1950-årene) fant man ut at man kunne lage en slik skade på pasienter for at de skulle bli kvitt skjelvingene. Da stakk man en tynn, oppvarmet "strikkepinne" ned i hjernen, og «kokte» et lite hull i hjernen, der man ønsket å legge skaden for at skjelvingene skulle stoppe.

I dag har heldigvis forskerne utviklet nye metoder (dyp hjernestimulering) som gjør at man ikke lenger trenger å stikke varme strikkepinner inn i hjernen til pasientene. I dag kan man i stedet føre tynne elektroder dypt inn i hjernen til pasienten til man kommer til det rette stedet. Under operasjonen er pasienten våken, og legene kan snakke med pasienten og se på pasienten om skjelvingene forsvinner når de sender svak strøm gjennom elektrodene. Akkurat som man kan operere inn pace maker for at hjertet skal huske å slå, operer man inn en pace maker i brystet som sender strøm gjennom elektrodene og inn i hjernen. Strømmen virker ved at den lammer de delene av hjernen som skaper skjelvingene. Mange vil nok tenke at det høres fryktelig vondt ut å være våken under en hjerneoperasjon, men vi kan ikke føle smerte i hjernen, så det eneste pasientene får er lokalbedøvelse i hodeskallen og i de tynne hinnene som ligger på utsiden av hjernen.



<sup>5</sup> Fra intervjuet av Espen Dietrichs om dyp hjernestimulering, i *Mind gap*-katalogen, 2011

Behandlingen kan avbrytes når som helst ved at en lege skrur av pacemakeren.

## 5. Det mørke rommet

Gå inn i mørkerommet, men informer først at de kun skal en kort tur inn dit, før de skal tilbake til trerommet for å løse oppgaver. Be elevene sette seg ned på gulvet langs veggene i nærmeste delen av rommet, være stille og lytte. Målet er å holde elevene i ro til lyset og lyden kommer på – slik at de skal få denne opplevelsen.

Dersom elevene blir urolige, spør: Nå har vi vært i gjennom to rom som har vært mer eller mindre belyst, hvorfor tror dere at man har valgt å gjøre dette rommet helt mørk? Tenk på hva utstillingen handler om - hjernen og hjerneforskning.

- Lyd: hva hører dere?

- Tredelingen av utstillingen: hvorfor?

- Hva har skjedd i hjernene deres i løpet av omvisningen? } ikke svar, bare

- Hva tenker dere om det dere har sett? } tenk på det.

Beregn det slik at du har sagt det du skal før lyden kommer på.

Nå skal jeg utfordre hjernene deres i 10 minutter. Dere skal jobbe sammen to og to og har altså kun 10 minutter til rådighet. Derfor er det viktig at dere jobber effektivt. Når dere er ferdige skal vi gå ut av utstillingen sammen, og opp på mesaninen hvor vi skal oppsummere hva vi har snakket om og hva dere har lært.

### Oppgaver i utstillingen

Elevene skal deles inn to og to, og løse oppgaver i utstillingen i ca 10 minutter. Oppgavene vil være tilknyttet de enkelte filmene spesielt, eller utstillingen generelt.

### Oppsummering

Undervisningsopplegget avsluttes med oppsummering der punkter fra oppgavene i utstillingen kan være utgangspunkt for å snakke om ulike tema.

- Hva husker dere best?
- Kroppslige reaksjoner?
- Rød tråd: store oppdagelser gjort ved tilfeldigheter har vært viktige bidrag til vår kunnskap om hjernen. Nå skal jeg teste hukommelsen deres:
  1. Hvor i kroppen sitter forelskelse?
  2. Hva het delen av hjernen som Henry Molaison fikk fjernet, og som man nå vet er svært viktig for hukommelse og stedsans?

3. Hvordan kan man behandle dagens Parkinsons-pasienter slik at de får mindre skjelvinger, og hva var det man gjorde før i tiden?

Andre punkter til oppsummeringen:

- Hukommelse – Hjernekartet: Med utgangspunkt i kartet diskuterer vi hva gruppene har lært om, hva de husker fra omvisningen, spørsmål og lignende.
- En vanlig myte om hjernen: Selv om vi vet stadig mer om hjernen, er det fryktelig mye vi fortsatt ikke vet. En vanlig myte er at vi kun bruker 10 % av hjernen vår, men dette har ingenting med virkeligheten å gjøre. Det er ikke slik at store deler av hjernen ligger brakk. Såfremt en er frisk, bruker en hele hjernen, selv om ikke nervecellene er like aktive til enhver tid.<sup>6</sup>
- Hva har gruppene funnet ut av: hver gruppe nevner en ting fra oppgavene.
- Form og innhold, virkemidler: lys, lyd, tredeling

Sist endret: 16.09.2011

---

<sup>6</sup>Myter om hjernen. På høyden, UiB: [http://nyheter.uib.no/?modus=vis\\_kronikk&id=30137](http://nyheter.uib.no/?modus=vis_kronikk&id=30137)

## Bakgrunn (se også Mind gap-permen i hylla utenfor veilederkontoret)

### Om utstillingens tittel<sup>7</sup>

Tittelen Mind gap spiller både hva utstillingen handler om og som en metafor. Den antyder at hjerne og mellomrom står i en sammenheng og får derfor fram det sentrale poenget som deler av nevrologisk forskning har omhandlet, og fortsatt handler om, nemlig å forstå hvordan signaloverføringer mellom nerveceller skjer og organiseres i hjernen. Tittelen åpner også for vissheten om at det fortsatt er svært mye vi ikke vet om hjernen. På flere vis er tittelen også en påminnelse om å være forsiktig med å handle eller igangsette praksiser på sviktende kunnskapsgrunnlag.

### Om utstillingen – FUN FACTS (... og andre fakta)

- Trerommet inneholder 154 trær, selv om man ofte sier 155. Vi tok ut ett for å få plass til Oslokammeret.
- Utstillingen er laget som en del av og i samarbeid med UiO 200års jubileum, og har blitt en av deres største enkeltbegivenheter. (oppussingen av aulaen i sentrum er nok det største).
- Wilson er kjent som en avtantsgardisk kunstner som har jobbet mye med teater (siden 1960/70 tallet). Han arbeider ofte og helst med folk han kjenner, så vi har måtte benytte en lysdesigner bosatt Italia, en lyddesigner fra Canada, en fotograf fra Stockholm, og også en luktdesigner fra Frankrike (men det har enda ikke blitt realisert i utstillingen), mens arkitekten og co-designeren Serge von Arx er professor ved Akademi for Scenekunst i Fredrikstad.
- Etter at det først ble laget en liten illustrasjonsmodell av utstillingen sommeren 2010, ved Watermill (Wilson kreative laboratorium) uten for NY, ble det på høsten laget en såkalt bauprobe; en modell en til en, i samarbeid med studenter ved Akademi for Scenekunstakademiet i Fredrikstad. Dette ble satt opp under tribunene på Fredrikstad stadion. Modellen hadde speilrom med alufolie, skog med store papirruller med videre.
- Selve byggeprosessen ble påbegynt over nyttår 2011. Den intensive planleggingsfasen startet våren 2010, da vi inngikk samarbeidet med Wilson. Planleggingen og samarbeidet med UiO startet april 2010.
- Hele museet måtte hjelpe til med å få inn 22 tonn med leire (det tok vel ca 6 pers 8 dager å legge gulvet).
- Det er 155 seljetrær. Omhyggelig utvalgt av Løvenskjolds menn, i Nordmarka herfra til Asker. De er plukket etter modellen som ble laget med papirruller og både diameter og plassering er reproduisert nøyaktig etter modellen i Fredrikstad.
- Norges første EEG-apparat benyttet på Quisling. Fant ingenting spesielt.
- Bobs egen bedømmelse av sitt verk: I think seldom we have seen an exhibition that brings so well together art and science.

---

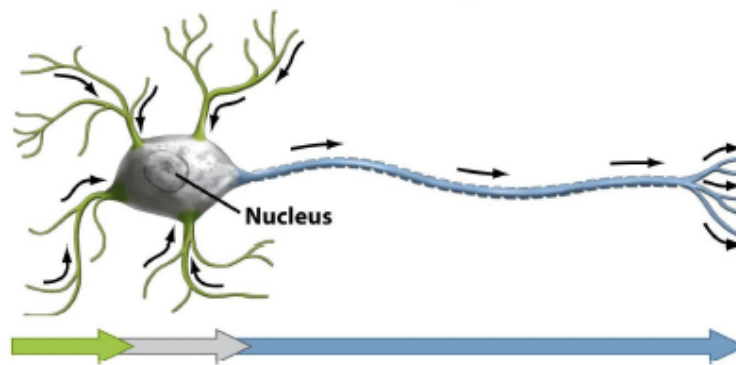
<sup>7</sup> Hentet fra:

[http://www.tekniskmuseum.no/mindgap/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50&Itemid=27](http://www.tekniskmuseum.no/mindgap/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=27)

### Om hvordan hjerneceller/nevroner/nerveceller kommuniserer<sup>8</sup>

Hos de fleste pattedyrs nevroner kommuniserer de med elektrokjemisk informasjon, det vil si at impulsen er elektrisk inne i nevronet, og når den skal mellom nevronene er den kjemisk. Elektriske signaler mellom nevronene ville ført til at de ville "forsvunnet" ut i hjernen, eller at alle nevronene ville mottatt impulsen. Den kjemiske impulsen derimot, påvirker kun nevronene omkring det som sender ut signalet.

Når et nevron *fyrer* (sender en impuls), reiser en elektronisk impuls ned gjennom axonet med en fart på nesten 240 km i timen. Når impulsen når enden av axonet, åpner impulsen noen huller i enden av axonet, og der flyter et signalstoff (kjemikalie) ut, den flyter over i den lille sprekken kalt synapsen, som ligger mellom axonet og en dendritt fra et annet nevron. Det er tusenvis av dendritter på et typisk nevron. Signalstoffet er en "nevrontransmitter", og man kjenner til rundt 30 av dem. Når et nevron får en input blir den mer eller mindre *ladet*. Når det er ladet tilstrekkelig, fyrer den selv en impuls videre.



#### Hvordan lagres informasjon i hjernen?

Når nevron A fyrer og rammer nevron B, og gjentatte ganger, gjør det synapsen sterkere, og dermed blir forbindelsen sterkere. Med hver ny erfaring endrer hjerne sin struktur litte grann. Forskerne vet foreløpig ikke så mye om disse kjemiske forbindelsene, men de har funnet ut av at hver gang man lærer noe blir forbindelsene sterkere, og det er disse banene som danner menneskesinnet. Man har omkring 100 milliarder nevroner i hjernen, hvorav 10 milliarder er i hjernebarken. Man mister mellom tusen og titusen nevroner hverdag, men først etter at man er ca. 40 år. Hvis det er alarmerende så tenk på, at du ble født med alle de nevroner som du noensinne vil få bruk for, og at i dine første leveår døde opp til 85 % av dine nevroner! Denne "masseødeleggelsen" er helt nødvendig for at de overlevende kan få plass til at vokse og lage sine forbindelser. Det at det ennå ikke er dannet så mange forbindelser, er det som gjør at man lærer lettere når man er liten.

#### Om det historiske perspektivet på forståelsen av hjernen, om Golgi og Cajal

Se artikkelen *Forståelsen av hjernefunksjon – et historisk perspektiv*, Norma Mjelle, Tidsskrift for Den norske legeförening nr. 11, 2001.

<sup>8</sup> Hentet fra: <http://members.fortunecity.com/nanosoft2/hjernes.htm>

### Om den kanopiske krukken og mumifisering i det gamle Egypt<sup>9</sup>



(Bildet viser en Kanopisk krukke med sjakalguden Duamutefs hode. C47669, KHM.) Mumifiseringen ble som regel foretatt av en spesiell klasse prester som hadde dette håndverket som levebrød. Balsameringen fant sted i egne lokaler. Vaskingen foregikk i et eget renseskammer, og de øvrige trinnene i mumifiseringen i et eget lite hus som ble kalt per nefer, «det gode hus». Hele ritualet skulle ta 70 dager. Den enkleste formen besto kun av rituell vasking, uttørking eller dehydrering og til slutt bandasjering. Den mest avanserte formen av var en atskillig mer omfattende prosess.

Rituell vasking var helt nødvendig før mumifiseringsprosessen kunne ta til for alvor. Gjennom vaskingen ble liket rensed for urenheter – et første skritt på veien til å bli en sah – et vesen fylt av hellighet, renhet og vitalitet. Fenomenet er kjent fra religioner av i dag gjennom kristendommens dåp og muslimenes vask før de trer inn i moskeen til fredagsbønn. Rituell vasking er mer enn en vanlig vask. Vannet vasker vekk religiøs urenheter som var knyttet til den døde menneskekroppen.

Fjerning av indre organer var andre skritt i mumifiseringsprosessen. De indre organene råtner først og må fjernes raskt for at kroppen skal kunne bevares. Presten lagde først et lite snitt nede på venstre side av buken. Organene ble så tatt ut gjennom denne åpningen for å bli vasket, saltet og bandasjert på samme måte som resten av kroppen. Hjernen ble fjernet gjennom nesen. Med hammer og en liten meisel gikk man inn gjennom nesen og laget et lite hull inn til hjernen. Med en lang og tynn bronsekrok brøt man ned hjernemassen til væskeform slik at den kunne helles ut gjennom hullet i nesen. Hjertet hadde en spesiell betydning som vitne i rettsaken mot den avdøde i Osiris' tronsal (Osiris er herskeren over dødsriket). Det ble igjen i kroppen, gjerne beskyttet av en amulett.

Fram til slutten av Det Nye Riket var det vanlig å plassere organene i fire egne beholdere kalt kanopiske krukker. Krukkene hadde gjerne lokk formet som hodene til Horus fire sønner. Deres oppgave var å beskytte de mumifiserte innvollene mot eventuelle farer på vei til underverden. Der skulle de gjenforenes med sin herre og tjene ham videre i all evighet.

### Om Nansens bidrag til nevrobiologien

Se artikkelen Da Nansen forsket på slimål, Dagbladet, 29.05.2009:

[http://www.dagbladet.no/2009/05/28/magasinet/historie/forskning/vitenskap/fridtfjof\\_nansen/6426388/](http://www.dagbladet.no/2009/05/28/magasinet/historie/forskning/vitenskap/fridtfjof_nansen/6426388/)



### Om Parkinsons (dyp hjernestimulering) med pacemaker

Se intervjuet med Espen Dietrichs, s. 44 i Mind gap-katalogen.

En av de kanskje mest kjente personene med Parkinsons er skuespiller Michael J. Fox, kjent fra *Tilbake til fremtiden*-filmene og seriene *Family Tie* og *Boston Legal*. I 1991, bare 30 år gammel, ble han diagnostisert med Parkinsons. Syv år senere gikk han ut offentlig

<sup>9</sup> Hentet fra: [http://www.khm.uio.no/utstillinger/mumien\\_lever/norsk/06a\\_teknikk.html](http://www.khm.uio.no/utstillinger/mumien_lever/norsk/06a_teknikk.html)

om sykdommen sin, og har siden da vært svært engasjert i å støtte forskningen på Parkinsons. I 2000 grunnla han til og med et eget forskningssenter som har som mål å spre kunnskap om Parkinsons og å finne en kur mot sykdommen.<sup>10</sup>

### **Om å stille ut døde mennesker**

Hvorfor stiller vi ut ekte hjerner og ekte mennesker (foster med anencephali)?

Hjernene på formalin (så vel som fosteret uten hjerne) viser til tidligere forskningspraksis, og i en utstilling som tar for seg hjerneforskning har disse sin naturlige plass her, mener prosjektgruppa bak utstillingen. Det betyr ikke at det er uproblematisk å stille disse ut, men at en utstilling UTEN ville manglet et viktig aspekt ved tidligere tiders hjerneforskning, som tross alt har ledet frem til dagens kunnskap.

ICOMs (International Council of Museums) museumsetiske regelverk påpeker at når følsomt materiale som menneskelevninger brukes i formidling, må dette gjøres med takt og respekt for opplevelsen av menneskelig verdighet som alle folkeslag har felles.

### **Om modellorganismer**

Modellorganismer blir spesielt brukt for å undersøke årsaker og behandling av menneskelige sykdommer når eksperimenter på mennesker er uønsket eller uetisk. Strategien er at alle organismer på grunn av evolusjonen har liknende metabolske og utviklingsmessige prosesser og genetisk materiale. Bruk av modellorganismer kan gi viktig kunnskap, men man må være varsom med å generalisere fra en organisme til en annen.

### **Er det noe du savner av bakgrunnsmateriell?**

**Sjekk Mind gap-permen som står utenfor veilederkontoret eller ta kontakt med Skoleavdelingen**

---

<sup>10</sup> <http://www.michaeljfox.org/index.cfm>

## REVIDERT OMVISNINGSGUIDE TIL MIND GAP FOR UNGDOMSTRINNET

### FRA SKOLEBROSJYRA 2011/2012:

"Hva skjer når vi er forelsket? Hvordan finner vi frem – og hva er egentlig Parkinsons sykdom? Hvordan kommuniserer milliarder av hjerneceller for at vi skal kunne tenke, føle, bevege oss og minnes ting, og hva grubler hjerneforskerne på? Utstillingen er designet av Robert Wilson; en av verdens mest anerkjente scenekunstnere og utstillingsdesignere. Opplev hjernen gjennom arkitektur, film, lys og lyd."

### UTDRAG FRA KUNNSKAPS- LØFTET

Relevante læreplanmål etter 10. trinn:

**Naturfag, Formål med faget:** Å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratorier og naturen med ulike problemstillinger er nødvendig for å få erfaring med og utvikle kunnskap om naturvitenskapens metoder og tenkemåter. Dette kan bidra til utvikling av kreativitet, kritisk evne, åpenhet og aktiv deltakelse i situasjoner der naturfaglig kunnskap og ekspertise inngår. Varierte læringsmiljøer som feltarbeid i naturen, eksperimenter i laboratoriet og ekskursjoner til museer, vitensentre og bedrifter vil berike opplæringen i naturfag og gi rom for undring, nysgjerrighet og fascinasjon.

**Naturfag, Kropp og helse:** Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- beskrive hvordan hormoner er med på å styre ulike prosesser i kroppen
- forklare hvordan nervesystemet og hormonsystemet styrer prosesser i kroppen

**Naturfag, Forskerspiren:** Mål for opplæringen er at eleven skal kunne forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning, og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen

**Kunst og håndverk:** Mål for opplæringen er at eleven skal kunne vurdere ulike budskap, etiske problemstillinger og visuell kvalitet i reklame, film, nettsteder og dataspill

**Læreplanens generelle del:**

- Opplæringen må gi rom for elevenes skapende trang, og samtidig vekke deres glede ved andres ytelser. Gjennom bilde og form, tone og ord, må de stimuleres til å utfolde fantasi og oppleve kunst.
- Opplæringens mål er å utvide barns, unges og voksnes evner til erkjennelse og opplevelse, til innlevelse, utfoldelse og deltakelse.

### STRUKTUR

45 min OMVISNING i utstillingen 5 min oppsummering i utstillingen. Forarbeid og etterarbeid på skolen.



## Introduksjon—utenfor Mind Gap eller i foajeen

Den utstillingen vi nå skal inn i – Mind Gap – tar deg med inn i hjernen *din*. Hva vet du om hjernen din? Hva består hjernen din av? Ja, hjernen din består av hundre milliarder nerveceller – som vi også kaller nevroner. Har dere gjort rollespillet om den forelska hjernen? Kan dere fortelle meg hva som skjer mellom disse nevronene og ellers i kroppen når du er forelska? Ja, og det som også er ganske kult er at hjerneforskere har funnet ut at nervebanene i hjernen ikke er sammenhengende; inni hvert nevron er nervesignalet elektrisk, men for å komme over mellomrommet – *Mind Gap*-et – til neste nevron, må det elektriske signalet gjøres om til et kjemisk molekyl som kan sprutes over *Gap*-et. Dette mellomrommet kalles også for synapse. Noen som har hørt om det?

Mens vi går rundt sammen inne i utstillingen skal vi blant annet snakke om hjerneforskning, og jeg vil at du skal tenke på hva det er som skjer i hjernen når du ser og opplever det du gjør – altså forske på din egen hjerne. Mind Gap er som du kanskje vet designet av en verdensberømt amerikansk teaterregissør, som heter Robert Wilson. Han sier at han ønsker at du skal bli engasjert med alle sansene dine når du går gjennom utstillingen. Hvilke sanser tror du at du kommer til å bruke? Ja, han vil at du skal se, høre, kjenne, føle og kanskje også lukte. Det vi skal inn i var i utgangspunktet et tomt rom på 24 ganger 18 meter; hva tror du Wilson og medhjelperne hans har gjort med dét for at du skal bli engasjert med alle sansene? Det er nærmest en kunstinstallasjon, og noe av det kan virke litt

rart. Men vær nysgjerrig og kjenn etter hva du opplever – som en ekte forsker. På slutten kommer vi til å snakke om hvilke sanser dere har brukt, så legg merke til det. Samtidig kommer jeg til å fortelle noen historier underveis, og jeg vil selvsagt at du skal følge med på hva jeg sier – mens du bruker sansene.

Nå går vi først inn i mørk sluse, og her vil jeg at du skal være helt stille.

## Slusen

Nå er vi altså på vei inn i utstillingen, inn i hjernen. Og nå kan du jo tenke etter; Tror du det er så mørkt inne i hjernen, når du har øynene åpne i fullt dagslys? Kommer det lys inn noe sted?

Nå skal vi snart inn i et nytt rom. Du må være klar over at det er ganske lyst der.

## Speilrommet #1 – ved de brutte speilflatene og ansiktene

Her ser du mange ansikter, inkludert ditt eget. Bildene du ser tilhører mennesker som forsker på hjernen og mennesker som har sykdommer knytte til hjernen. Hva skjer inne i hjernen din når du kommer inn i dette rommet og møter alle disse speilbildene? Blir du svimmel?

Hvis du drar opp munnvikene når du ser deg selv i speilet – kan du da merke at du blir glad inni deg? Hvis du stiller deg ansikt til ansikt med en av klassekameratene dine og drar opp munnvikene, vil kanskje én av dere begynne å le... Prøv! Merker du hvor vanskelig det er å la være å le selv da?

## REVIDERT OMVINSNINGSGUIDE HØST 2012



Har du hørt om noe som heter speilnevroner? Hjerneforskerne har funnet ut at speilnevroner i hjernen gjør at når vi ser et menneske lider av smerte, så kan vi selv begynne å gråte – de har altså funnet en fysisk forklaring på empati eller medfølelse!

Medfølelse, samholdighet og fellesskap er viktig for oss mennesker, utpregede flokkdyr som vi er. Speilnevronene virker når du kjenner massesuggesjonen på en popkonsert eller en fotballkamp. Når jeg har et spebarn i armene, vil spebarnet og jeg babyen etterape hverandres lyder og ansiktsuttrykk. Forskning har vist at dersom vi bare stirrer uttrykksløst på spebarnet, vil det stadig mer panisk prøve å fremkalle en reaksjon og før to minutter er gått vil det ha begynt å gråte. Dette kalles *still face-eksperimentet*. Vi skal bruke rommet mellom hverandre med respekt og omtanke når vi sosialiserer. I dette mellomrommet – Mind Gap, «gapet» mellom hverandres sinn – bygger vi vår verden.

Nå skal vi gå inn i et nytt speilrom. Jeg vil at vi legger hendene på hverandres skuldre og går i et tog inn der.

### Speilrommet #2 – ved veggen med hjernepreparater

**Preparatene.** Nå har vi hendene på hverandre, og en av grunnene til at jeg nå foreslår at vi legger hendene på skuldrene, det er at det er ganske sterke inntrykk – i hvert fall synes jeg det. (Pek på preparatet med hjerneslag): Dette er faktisk et liv som har stoppet opp, til og med hjernen har stoppet opp. Hva tror dere denne mannen(?) døde av, i 18xx? (hjerneslag). Vet dere om noen andre sykdommer som kan ramme hjernen? Denne mannen hadde vannhode (pek), mens han

døde av hjernekreft (pek).

Hvorfor tror dere man har tatt vare på disse hjernene?

**Håp.** Ja, det som likevel gir oss håp, omgitt som vi er her av sykdom og død, det er at disse døde menneskene har hjulpet forskerne og legevitsenskapen i dag til en mye bedre forståelse av sykdommer i hjernen, og hvordan de kan behandles. (eksempel på hvordan ett av sykdomstilfellene – f.eks. hjernekreft – i dag kan behandles)

Hjernen til mennesket er jo genial; den er jo et mirakel! La oss sette oss ned på gulvet her. Hva er det som bestemmer hvordan du er blitt den du er og hvordan du utvikler deg videre? Ja, genene og arven fra våre foreldre bestemmer en god del. Nyere hjerneforskning viser at ikke bare arv, men også miljøet påvirker genene våre. Vi har altså makt til å forme vår egen hjerne! Du kan påvirke hjernen hele livet ut – din egen, dine kommende kjæresters hjerne, dine egne barn – gjennom de stimuli du gir hjernen. Hvordan tror du for eksempel du kan bli bedre til å huske det du har lest i leksene dine? Ja, ved å gjøre mer lekser, og øve deg på å huske dem. Det vil bli lettere og lettere jo oftere du gjør det... ☺

**Vi er hjernen.** I dag så vet vi at hjernen betyr enormt mye. Og nevrologer, hjerneforskere, sier ikke at vi *har* en hjerne, men at vi *er* hjernen. Hjernen styrer alt i kroppen vår, at vi puster, hvor fort hjertet skal slå, at vi blunker, blir sultne, vokser, tenker, føler osv. Men hvordan ser den ut? Jeg pleier å si: Som en nøtt. Hjernen er en grå klump på størrelse med en kokosnøtt, den veier rundt 1,5 kg, og har form som en stor valnøtt med store folder/furer. Menneskehjernen er egentlig utrolig stor. Hadde den vært som gjennom-

snittet hos andre pattedyr ville den (kroppsstørrelsen tatt i betraktning) vært 1/7 av hva den er – altså drøyt 200 gram. Den kunne faktisk ikke vært særlig større – noen som kan tenke seg hvorfor? Jo, begrensningen er størrelsen på bekkenet til mor. Og forskerne sier at et enda bredere bekken ville gjøre det vanskelig for kvinner å gå oppreist. Hjernen din består av over 100 milliarder nerveceller, som ligger og skvalper i saltvann inni en hinne i hodeskallen. Slik ligger hjernen godt beskyttet.

La oss flytte oss ett hakk videre inn i dette som vi kaller for speilrommet.

### Speilrommet #3 – rommet med akvariene

(Elevene sitter på gulvet på puter.)

**Dyr.** Her inne ser du mange dyr. Er det noen av dere som har dyr hjemme? Kjæledyr? Hva er forskjellen på kjæledyr og andre husdyr, egentlig? Ja, vi koser med dem. Og når vi koser utskilles det vi kalte for kjærlighetsmolekylet i hjernen – hva het det? Ja, oksytocin. Jeg ba dere holde i hverandre – ta på hverandre – i stedet da vi gikk inn til alle hjernene på formalin. Kan du tenke deg hvorfor jeg gjorde det? Ja, ved berøring skiller både den som tar på og den som blir tatt på ut oksytocin. Vi er jo pattedyr, og når moren din fødte og ammet deg laget hjernen hennes ekstra mye oksytocin som knyttet henne til deg.

**Modellorganismer.** Ser du noen pattedyr rundt deg i dette rommet? Hvilke andre dyregrupper er det? Hva tror du dyrene i denne utstillingen har til felles? Ja, dette er dyr som brukes eller er blitt brukt til forsøksdyr – eller modellorganismer, som forskerne kaller det.

Hva synes du – er det greit å bruke døde mennesker til å forske på? Men hvis man for eksempel skal forske på hvordan en sykdom kan kureres, så er det jo gjerne ikke nok å bare forske på de som er døde. Er det da greit å forske på levende dyr, heller enn levende mennesker? Hva synes du?

**Sebrafisk.** Langs veggen bak meg her er det mange kar med akvariefisk. Fiskene er ca 2 cm, de er gjennomsiktige med noen mørkeblå striper. Er det noen som vet hva de heter? (hint: striper som på en...): Sebrafisk, ja! De er veldig nyttig i hjerneforskning (men er også populære i vanlige hjemmeakvarier). Forskerne kjenner nå alle genene til Sebrafisken, akkurat som man gjør hos mennesket. Men tror du din hjerne ligner på sebrafisken sin? Ja, den er fryktelig mye mindre, men sebrafisken har omtrent like mange gener som oss og vi deler faktisk så mye som 40 prosent av våre gener med den! To hjernesykdommer som er vanlige hos mennesker er Alzheimer og Parkinsons – vet du hva det er for noe? Ja, og forskerne kan putte inn ett sykdoms-gen som gir Alzheimer (hukommessvikt) eller Parkinsons (skjelvinger) for å se hvordan sykdommene utvikler seg hos Sebrafisken, og så kan de prøve ut ulike medisiner og behandlinger. Til og med på den Internasjonale romstasjonen ISS har de også Sebrafisk i akvarier, for å se hvordan man kan hindre at astronauter rammes av benskjørhet ved lengre opphold i vektløs tilstand – dette vil være viktig for at man skal kunne gjennomføre langvarige reiser i verdensrommet, for eksempel til Mars.

**Forelskelse.** OK, nok om fisk! La oss snakke mer om forelskelse! Hvem her har vært for-

## REVIDERT OMVINSNINGSGUIDE HØST 2012



elsket? Jeg har vært forelsket mange ganger! Har du (til læreren)? Hvordan kjennes det ut i kroppen da (til alle)? Og hvor i kroppen kjenner man forelskelsen? Selv om forelskelse er noe man først og fremst føler på kroppen – i magen, i hjertet, i svette hender, i skjelvende knær – starter det hele selvsagt i hjernen. Hva er det som skjer der igjen? Ja, stikkordet var hormoner! Ordet hormon kommer av gresk *hormoain*, som betyr «å sette i gang». Hormonene produseres av spesielle kjertler i kroppen, og fungerer som kjemiske budbringere mellom kroppens ulike organer. Hormonproduksjonen styres av en kjertel i hjernen som heter hypofysen. Og noen hormoner virker også som budbringere mellom nevronene i hjernen, ikke sant; molekylerne som må sprutes over mellomrommet mellom nervecellene.

**Hormonene.** Hvilke hormoner har du hørt om? Fortell meg om det vi kalte for «forelskelsens hormoner»! *Adrenalin* – «stressmolekylet» – er et hormon som aktiveres når vi blir sinte eller redde. Men adrenalin er også i full aksjon når du er forelsket: du svetter, får hjertebank og pupillene blir faktisk også større. Adrenalin virker på musklene, og det gjør at hjertet slår raskere og du blir rastløs. Samtidig slipper den forelskede hjernen også fri et annet hormon, nemlig signalstoffet *dopamin*. Hva var det vi kalte det? Jo, *lykkemolekylet*. Dopamin gjør oss glade og fornøyde, gir oss masse energi og en opprømt følelse. Når man blir forelsket øker aktiviteten av dopamin i hjernen. Det er den vitenskapelige forklaringen på at nyforelskede blir euforiske, friske og raske og føler at de svever. Når adrenalin er og dopaminet herjer

rundt i kroppen, er det ikke rart vi føler oss ekstra glade. Og så har vi «kjærlighetsmolekylet», hva var det det det het igjen? *Oksytocin*; kosehormonet som gjør oss til pattedyr. Hormonet utløses ved orgasmen hos både menn og kvinner, og altså også ved amming hos mødre. Oksytocin hjelper oss å knytte sterke bånd til hverandre og danne familier.

**Nansen.** Når du er forelska er du hekta på en person; verden omkring forsvinner på en måte, og du har bare tanker og øyne for denne personen. Men går det an å være hekta på andre ting? Ja, og man kan til og med bli hekta på et spørsmål – noe man lurer veldig på som man ønsker å finne ut av. Sånn er det med de som velger å bli forskere. Vet du om noen berømte norske forskere? Den første norske hjerneforskeren var en som i dag er mer berømt for helt andre ting; han gikk på ski over Grønland, overvintret i polisen og drev hjelpearbeid for flyktninger etter første verdenskrig. Hvem tenker jeg på da? Ja, Fritjof Nansen! Han var en voldsomt engasjert mann, som gjennom livet ble hekta på mye forskjellig. Og han drev altså også med hjerneforskning, og brukte i sitt doktorgradsarbeid dyr – slimåler – som modellorganismer for å beskrive hvordan nervecellene fungerer. Nansen var en av de første som forsto at det var mellomrom mellom nervecellene. Mind Gap!

**Marianne Fyhn.** En av de fremste norske hjerneforskerne i dag heter Marianne Fyhn. Hun er 39 år gammel, og var 31 da hun i 2005 fikk prisen for verdens beste doktorgradsavhandling i hjerneforskning. Etter å ha skrevet hovedoppgave om sjøfugler på Svalbard be-

gynte hun å forske på hukommelse, stedsans og læring, med rotter som modellorganismer. Hun har med forskningen sin blant annet vist hvordan nervecellene i hjernen lager et kart over omgivelsene som vi bruker når vi skal finne fram i en labyrint eller et hus eller en skog.

**De tre rommene.** Robert Wilson og designerne hans har delt denne utstillingen inn i tre rom; det er det du har vært gjennom nå som jeg kaller for *speilrommet*, og så er det neste rom som jeg kaller *skogrommet*, og til slutt er det et siste rom som jeg kaller *mørkerommet*. Som med alle kunstverk vet man aldri helt hva kunstneren har tenkt, og må tolke det selv. Jeg tenker at i speilrommet så er vi lik-som inne i hjerneforskerens laboratorium; det er blanke flater og et litt hardt lys. I skogrommet er det dunkel belysning, et ruglete leirgulv og masse seljetrær. Der får jeg følelsen av å være inne i hjernen, på en måte, med trærne som nervecellenes aksoner. Rundt omkring på trærne henger det videoer der hjerneforskere forteller om arbeidet sitt og folk med sykdommer i hjernen forteller om sykdommen sin. Mørkerommet, som vi skal til helt til slutt, tenker jeg på som drømmenes verden. Når skal vi straks gå inn i skogrommet. Der vil jeg at dere skal bruke ett eller to minutter på å vandre litt stille rundt én og én og kikke og sanse. I skogrommet er det altså mange trestammer, og på noen av dem er det hengt opp sånne gamle grå telefonrør. Rundt om i rommet er det også forskjellige gjenstander som det henger brune papirlapper fra. Uten å snakke sammen skal dere, når dere har sett dere om i rommet, stille dere velge dere ett sånt telefonrør eller en gjenstand med brun papirlapp. Ok, da går vi inn.

## Skogrommet

(Elevene går rundt, to og to, i 1-2 minutter.)

**Hukommelsestest.** Har alle funnet et telefonrør eller en brun merkelapp? Vi skal nå teste korttidshukommelsen deres. De som står ved en gjenstand med merkelapp skal på to minutter prøve å forstå og huske hva gjenstanden er for noe og hva den brukes til. De som står ved et telefonrør skal få to minutter til å høre og se en del av de videoene som går på de små skjermene (dere rekker ikke se hele filmsnutten). Etterpå samles vi her hvor jeg står, og så kommer jeg til å teste hvor mye dere husker og kan gjenfortelle. Start nå!

(Etter to minutter:) Tida er ute. Da samles vi her i lysningen.

OK, få høre nå – hva husket dere? (kort plenumsrunde)

**Henry Molaison.** Fint. Nå vil jeg gjerne fortelle en historie. Jeg vil fortelle deg om en gutt, en mann, som het Henry. Henry Molaison ble født i 1926 i Connecticut i USA. Syv år gammel fikk han seg en kraftig smell i hodet da han kolliderte på sykkel, og utviklet etter dette epilepsi. Kan noen forklare hva det er for noe? Ja, epilepsi er en hjernesykdom som gjør at de elektriske signalene mellom nervecellene blir forstyrret slik at man kan få kramper og besvime. Henry ble etter hvert så plaget av epilepsianfallene at legene bestemte seg for å prøve å operere ham. De opererte bort en liten del av hjernen som heter HIPPOCAMPUS. Hippocampus er det latinske navnet på sjøhest – her ser dere en tørket sjøhest som henger og dingler (peker) – og denne delen av hjernen kalles hippocampus fordi den ligner på en sjøhest. Da Henry våknet fra

narkosen viste det seg at operasjonen hadde vært en suksess – han var helt kvitt de epileptiske anfallene, og virket frisk og rask. Men... han hadde mistet korttidsminnet! Han var i stand til å ha tanker i hukommelsen i rundt 20 sekunder hvis han ikke ble forstyrret, men husket godt ting han hadde lært før operasjonen og var fortsatt i stand til å lære praktiske ferdigheter. Hva var det den delen av hjernen Henry hadde fått fjernet het? ☺ Hippocampus, ja; sjøhest. Godt dere har den intakt! Henry levde til han var 82 år gammel, og ble en viktig hjelper for hjerneforskerne i deres arbeid med å forstå hva som skjer i hjernen når vi lærer.

**Sanser.** Hvilke sanser har kroppen din?

*Mennesket har fem spesialsanser: Syn, hørsel, smak og lukt, samt likevektsansen (som blir ivaretatt av likevektsorganet i øret). I tillegg har man ulike sanse-reseptorer i nervesystemet som registrer blant annet trykk og berøring av huden, temperaturforandringer, blodtrykket og fare for vevsskade, noe som oppleves som smerte. En reseptor kan være en del av en nervecelle eller en selvstendig sansecelle. (Wikipedia)*

Hvilke av disse sansene bruker du mest? Hvilke har du brukt her i dag?

La oss gå inn i det siste rommet, mørkerommet. Når vi kommer inn dit vil jeg snakke litt om drømmer, og læring... Legg hendene på hverandres skuldre igjen, og så toger vi inn. Når vi kommer inn kan dere sette dere ned langs veggen.

## Det mørke rommet

(NB: snakke rolig; taime ifht kontentum)

**Drømmer.** Hvorfor drømmer vi? Sanser vi når vi drømmer? Drømmenes verden er mystisk, og hjerneforskerne har lenge arbeidet med å prøve å forstå hva som skjer i hjernen når vi drømmer.

*Drømmene synes å bli dannet i et lite, avgrenset område dypt inne i den bakre delen av hjernen. Deler av dette området er også viktig for oppfattelsen av ansikter og steder, og for bearbeiding av følelser og visuelle minner. Hvordan drømmer lages, og hva slags betydning de har for oss, er ennå uklart for forskningen.*

**Langtidsminne.** Man tror også at denne slags bearbeiding av opplevelser, sanseintrykk og tanker er viktig for prosesseringen av korttidsminner. Korttidsminnene i hippocampus kodes over i ulike typer langtidsminne på forskjellige steder i hjernen. Her er det nerveceller som er dedikert til forskjellige typer hukommelse. Hver gang et minne senere hentes fram, kodes det inn på nytt, og slik blir forbindelsen mellom nervecellene forsterket.

**Læring.** Hvordan er det du lærer best? Helt grunnleggende sett kan vi si at repetisjon, gjentakelser, er det som gjør at vi lærer – fra vi som små barn hermer etter de store til vi som ungdom og voksne øver igjen og igjen på noe vi vil bli god til – enten det nå er skateboard-triks eller elegante skriftlige formuleringer. Hva kommer du til å huske fra Mind Gap-utstillinga? I morgen, om en måned, om et år?

**Drømmenes verden.** Dette er jo et ganske rart rom. Hvilke assosiasjoner får du her? Hvis dette hadde vært en drøm – hva slags drøm ville det vært? Her inne tenker jeg meg at Robert Wilson, designeren vår, har villet ta oss med inn i drømmenes verden – der ting er snudd på hode

og symboliserer noe helt nytt; der vi kan bli skremt og forvandlet og fortryllet.

La oss gå og stille oss langs kortveggen i enden av rommet. Synes du rommet ser annerledes ut herfra? Får du andre assosiasjoner her? Ja, det er mye her i livet som ser forskjellig ut når perspektivet forandres.

**Avslutning.** Nå har du gått gjennom hele Mind Gap-utstillingen, og det har tatt en skoletime. Var utstillingen som du hadde forestilt deg det? Tror du at du har lært noe? Når du kommer tilbake på skolen vil vi gjerne at du skal gi oss tilbakemelding om din Mind Gap-opplevelse – gjennom en tekst, et tankekart, en tegning, eller en tegneserie. Jeg håper du har hatt utbytte av denne timen, og svarer gjerne på spørsmål hvis dere har tid til å ta en prat når vi kommer ut. Takk for nå!

## Lenker

<http://archive.org/stream/structurecombina00nansrich#page/n199/mode/2up>

<http://www.forskning.no/artikler/2006/desember/1165916045.41>

<http://no.wikipedia.org/wiki/Dr%C3%88m>

# Temaliste lærerintervju 1. runde

## Generelt

Faglig relevans

- Læreplan
- Lærebok
- Læringsmål

Utfylling/beriking av undervisningen

Lærerinvolvering, eierskap

Betydningen av ekskursjoner og alternativer til klasseromsundervisning (MEMUS)

Erfaringer med museer og vitensentre. Visste du hva du gikk til?

## Forarbeidet

Hvor godt gruppene fungerte

Læringsmålene → Relevans?

Temaene → Kobling til pensum?

Forberedelse til besøket → Hvordan ble elevene forberedt til besøket? Er dette viktig?

Forbedringsforslag (undervisningsopplegg, lærerveiledning)

## Museumsbesøket

Hvordan opplevde du installasjonen og undervisningsopplegget?

Hvordan tror du det virket på elevene?

Hva fenget mest? Hva fenget minst?

Var det for styrt? Fikk elevene tilstrekkelig rom til å utforske utstillingen?

Hvordan opplevde du din egen rolle under besøket?

Hvilke forventninger tror du elevene hadde før besøket? Tror du disse ble innfridd? Er dette realistiske forventninger, som fremmer læringen? Hvordan kunne disse forventningene blitt bedre bearbeidet på forhånd og møtt underveis?

Forbedringsforslag

## Etterarbeidet

Hvorfor valgte du denne formen?

Hvordan synes du det fungerte?

Har elevene hatt tilstrekkelig læringsutbytte? Er det verdt å bruke nesten to skoledager på dette?

Lærer elevene noe de ikke kunne lært i klasserommet?

Vil du bruke Mind Gap-besøket i undervisningen resten av året, og i så fall hvordan?

Forbedringsforslag



# Temaliste lærerintervju 2. runde

## FOKUSOMRÅDER

- A) Samvirket mellom læringsrom og læringsprosess – hva skjer?
- B) Implikasjoner for læring i naturfag

Intervjuet skal helst foregå etter elevgruppeintervjuet.

## PRAKTISKE DETALJER

- Tidsramme 60-75 minutter
- Skjøteledning og lader til telefonen
- Kaffe og boller

## OPPLEVELSEN [<20 minutter]

1. Hvordan har du opplevd disse tre dagene, hver for seg og som en helhet?
2. Hvordan opplever du at elevene opplevde det (hver for seg og som en helhet)?
3. Er det noen spesielle episoder du bet deg merke i? [Om betydningsfulle hendelser, fra elevintervjuet]
4. Hva skjedde med elevene som enkeltpersoner og gruppe da de kom inn i museet, og deretter i Mind Gap-utstillingen? Var det noe i gruppedynamikken som ble forskjellig fra det du er vant til i klasserommet?
5. Hva skjedde med deg og din rolle da du kom inn i museet og utstillingen?

## LÆRINGSROM OG LÆRINGSPROSESS [<30 minutter]

6. Hvordan vil du karakterisere Mind Gap som læringsrom? Kvaliteter og mangler.
7. Hvordan vil du karakterisere klasserommet som læringsrom? Kvaliteter og mangler.
8. Nå har vi brukt nesten to fulle skoledager til dette.
  - a. Har elevenes læringsutbytte vært tilstrekkelig til at du kan forsvare det?
  - b. Har elevene lært noe du ikke like gjerne kunne lært dem i klasserommet?
  - c. Har du (som lærer) fått noen nye perspektiver eller lært noe nytt gjennom uka, enten faglig eller didaktisk?
9. Læringsprosesser
  - a. Gav omvisninga (og utstillinga som sådan) tilstrekkelig rom for utforskning og deltakelse?
  - b. Fremmet omvisninga i tilstrekkelig grad dialog med elevene?
  - c. Hva tenker du om balansen mellom frihetsgrader og struktur/rettethet/fokus på skolebesøk som dette?
  - d. Det at utstillingen i så stor grad er designet for å gi sterke sanseopplevelser – tror du dette virker distraherende eller styrkende for læringsopplevelsen ?
  - e. Hvilken funksjon opplever du at forarbeidet fikk i undervisningsopplegget? Kvaliteter og mangler.
  - f. Hvilken funksjon opplever du at etterarbeidet fikk i undervisningsopplegget? Kvaliteter og mangler.
  - g. Hvordan tenker du at du kan dra veksler på denne Mind Gap-ekskursjonen videre gjennom skoleåret?

ÅPENT ROM

---

---

---

---

---

---

EKSKURSJONER OG FORVENTNINGER [<20 minutter]

10. Hvordan er din erfaring med bruk av ekskursjoner generelt i naturfagsundervisninga?
  - a. Hvilke forberedelser pleier du å gjøre? Har du hatt med klasser på muséer eller vitensentre før?
  - b. Hva er, etter din mening, verdien av å oppsøke læringsrom utenfor klasserommet ved ekskursjoner?
  - c. Lisebergeffekten.
11. Hvilke forventninger tror du elevene hadde til museumsbesøket? Tror du disse ble innfridd? Er dette realistiske forventninger, som fremmer læring? Hvordan kunne disse forventningene blitt bedre bearbeidet på forhånd, og møtt underveis?
12. Hvilken rolle bør du som lærer ideelt sett ha i planlegging og gjennomføring av et ekskursjonsopplegg som dette? Er det viktig at *du* har eierskap til undervisningsopplegget?
13. Tror du elevene opplevde turen til Teknisk Museum og Mind Gap som en ekskursjon vekk fra «en stilisert og kunstig verden» på skolen, til «den virkelige verden» utenfor – eller var dette så rart og spesielt at det blir enda mindre relevant enn klasseromsuniverset?

# Intervjuguide elevgruppeintervju

## FOKUSOMRÅDER

- C) *Samvirket mellom læringsrom og læringsprosess – hva skjer?*
- D) *Implikasjoner for læring i naturfag*

*Intervjuet skal foregå umiddelbart etter etterarbeidet. Læreren plukker ut seks elever, tre gutter og tre jenter, som er villige til å gjennomføre intervjuet og som er muntlig aktive.*

## PRAKTISKE DETALJER

- *Tidsramme 60 minutter*
- *Rom der vi kan være uforstyrret, og bord med plass til syv personer*
- *Navneskilt til elevene*
- *Boller og drikker, engangskopper, servietter*
- *Skjøteledning og lader til telefonen*
- *Takk-for-hjelpe-presang:*
  - *UMB-buff*
  - *NTM-effekt: Pocket Puzzles*

## “MODERATOR SKILLS” (KRUEGER & CASEY 2000: 120)

- *Practice introduction without referring to notes.*
- *Practice questions. Know the key questions. Be aware of timing.*
- *Be well rested and alert.*
- *Listen. Are participants answering the question?*
- *Know when to probe for more information and when to move on.*
- *Avoid head nodding.*
- *Avoid verbal comments that signal approval.*
- *Avoid giving personal opinions.*

## “INTRODUCING YOURSELF: A LIST OF SELF-INSTRUCTIONS” (ROBSON 2002: 281)

1. *Explain purpose and nature of the study to the respondent, telling how or through whom he came to be selected.*
2. *Give assurance that respondent will remain anonymous in any written reports growing out of the study, and that his responses will be treated in strictest confidence.*
3. *Indicate that he may find some of the questions far-fetched, silly or difficult to answer, for the reason that questions that are appropriate for one person are not always appropriate for another.*
4. *Since there are no right or wrong answers, he is not to worry about these but to do as best he can with them. We are only interested in opinions and personal experiences.*
5. *4. He is to feel perfectly free to interrupt, ask clarification of the interviewer, criticize a line of questioning etc.*
6. *5. Interviewer will tell respondent something about himself – his background, training, and interest in the area of inquiry.*
7. *6. Interviewer is to ask permission to tape-record the interview, explaining why he wishes to do this.*

## Vedlegg 5: Intervjuguider Mind Gap

INTRODUKSJON (FORTELL, IKKE LES!!):

Da vil jeg begynne med å **takke** dere alle for at dere har sagt dere villige til å la dere intervju. Mitt navn er altså Snorre Nordal, jeg er tidligere naturfagslærer, og jeg jobber nå med en doktorgrad i skoleforskning ved Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Min hensikt med dette gruppeintervjuet er å få innsikt i deres **meninger** om og **erfaringer** med naturfagsundervisning, med utgangspunkt i denne uka med Mind Gap.

**Min** rolle her er nå å stille **spørsmål**, og **lytte**. Jeg kommer i liten grad til å delta i selve samtalen, men håper dere vil **diskutere** spørsmålene dere i mellom. Det vil alltid være noen som prater mer enn andre, men jeg vil gjerne høre fra dere **alle** fordi alle har egne opplevelser og oppfatninger av undervisningen.

Jeg filmer og tar opp lyden fra dette gruppeintervjuet og diskusjonene deres på, men ingen andre enn meg og mine veiledere kommer til å ha tilgang til opptaket. I avhandlingen min vil **verken** skolens, lærerens eller deres navn framgå. Jeg håper dette vil gjøre dere i stand til å besvare spørsmålene og diskutere **åpent** og **oppriktig**. Dersom dere skulle være ukomfortable med noe av dette, er dere frie til å forlate rommet når som helst.

Jeg vil at dere skal prate til **hverandre** isteden for til meg. Snakk **tydelig** og gjerne én om gangen.

Prøv å **glemme** opptaksutstyret!

Vel, la oss komme i gang. Siden jeg ikke kjenner dere kan vi kanskje begynne med en runde hvor dere forteller hva dere **heter** og hva dere **driver** med når dere ikke er på skolen!

OPPLEVELSEN [<20 minutter]

14. Hvordan har dere opplevd disse tre dagene?
15. Dele ut lapper og få elevene til å – hver for seg og med én setning – beskrive en betydningsfull hendelse (en sterk opplevelse; positiv eller negativ) fra undervisningsopplegget med Mind Gap (inkl. for- og etterarbeid).
16. Samle inn lappene, og velge ut noen som vi snakker om videre.
17. Be elevene om å beskrive *rommet* hvor denne situasjonen utspant seg – hvordan så det ut, hvilke gjenstander var det man bet seg merke i, hvordan følte det å være der, osv.
18. Har du gått og tenkt på dette etterpå, eller snakket med medelever?
19. Har du lært noe av denne spesielle opplevelsen?
20. I den generelle læreplanen står det at utdanningen skal stimulere utviklingen av syv ulike mennesketyper i hver enkelt av dere - «Det meningssøkende menneske», «Det skapende menneske», «Det arbeidende menneske», «Det allmenndannende menneske», «Det samarbeidende menneske», «Det miljøbevisste menneske» og «Det integrerte menneske»... Er det mulig å si at dette undervisningsopplegget har gjort «noe med deg som menneske»?

NB: Oppfølgings spørsmål/prompts

- Ja, hva er det med dét...?

- Gripe tak i nøkkelord – be om utdyping:

”Da ble jeg glad/engasjert/frustrert” (ofte følelser); ”da så jeg at elevene...”

- Husk: Vent i 5 s før du kommer med neste spm!

UNDERVISNINGSSOPPLEGGET [<20 minutter]

21. Hva synes dere om fortellingene Eva fortalte?
22. Hva vil dere si tema har vært disse dagene? Hva har vært mest interessant? Har dere lært noe dere ikke visste fra før? Sitter dere igjen med noen nye spørsmål?
23. Dere fikk jo ikke så mye tid til å utforske Mind Gap-utstillinga på egenhånd. Var det dumt? Er det sånn at man lærer mest når man får utforske ting helt fritt, eller er det best med styrte aktiviteter og tydelige oppgaver?
24. Nå har vi jo brukt mange timer de siste dagene på rollespill, museumsbesøk og plakatskriving. Tror dere ikke ærlig talt dere ville lært mer dersom vi hadde brukt alle disse timene på vanlig undervisning her på skolen? (Oppfølging: Lærer man mer på ekskursionsjoner, eller er det bare mer spennende?)

ÅPENT ROM

---

---

---

---

---

---

NATURFAGET [<10 minutter]

25. Nå har jeg vært sammen med dere i tre dager på dette undervisningsopplegget med Mind Gap. Hva er det som er forskjellig og hva er det som har vært likt den naturfagsundervisninga dere vanligvis har?
26. Hvordan ville det vært hvis Eva hadde kommet til skolen og fortalt de samme historiene der? Hva ville vært forskjellig
27. La oss snakke litt om naturfagsundervisninga på skolen.
  - a. Hvis vi skal lage en liste over ting dere liker med naturfag – hvilke fem momenter kommer øverst på lista?
  - b. Og hvilke fem ting misliker dere mest med naturfagsundervisninga?
28. Det er blitt vanlig å snakke om at elever har ulike *læringsstiler*; at vi alle lærer på forskjellige måter. Hvordan lærer du best i naturfag? Hva er det du lærer da?

ISCENESETTELSE [< 10 minutter]

16. Mind Gap-utstillingen er jo designet av en av verdens mest berømte teaterregissører, Robert Wilson. Dersom du tenker deg at du gikk inn i en teaterforestilling da du entret Mind Gap, og at du var teateranmelder:
  - a. Hvilke virkemidler er blitt brukt, og hvilken effekt har de?
  - b. Hvordan er helhetsopplevelsen?
  - c. Hvordan var det å komme inn i det første rommet? Hva opplevde du der? Hvilke assosiasjoner fikk du der?
  - d. Hvordan var det å komme inn i tre-rommet? Hva opplevde du der? Hvilke assosiasjoner fikk du der?
  - e. Hva synes dere om det siste rommet? Hva opplevde du der? Hvilke assosiasjoner fikk du der?
  - f. Er dere enige i at det var et kunstverk? Hva synes dere om det? Var det bare rart, eller var noe dere synes var spesielt kult? Var det noe dere synes var ubehagelig?

AVSLUTNING

17. Hvis du så skulle beskrive en vanlig naturfagstime sett med de samme «teateranmelderbrillene», hva ville du legge vekt på da?

ÅPENT ROM

---

---

---

---

---

---

# Koder brukt i dataanalysen med ATLAS.ti

**AF E-OB: følelse**  
**AF E-PB: innlevelse**  
**AF E-SI: selvfølelse**  
**AF H-OB: vilje**  
**AF H-PB: samarbeid**  
**AF H-SI: bevisst øving**  
**AF K-OB: tenkning**  
**AF K-PB: perspektivering**  
**AF K-SI: kritisk refleksjon**  
**AF P-OB: iakttagelse**  
**AF P-OB: formidling**  
**AF P-SI: sansbevissthet**  
**AF S-OB: aksept**  
**AF S-PB: samspill**  
**AF S-SI: tilhørighet**  
**Betydningsfull hendelse**  
**CA: autoritativt**  
**CA: bro**  
**CA: brudd**  
**CA: dialog-basert**  
**CA: ikke-interaktivt**  
**CA: interaktivt**  
**Innhold: begrep**  
**Innhold: biografi**  
**Innhold: læreplanrelevant/fakta**  
**Innhold: meta om læring**  
**Innhold: metafor**  
**Innhold: oversikt**  
**Innhold: repetisjon**  
**Lærer: disiplin/rettledning**  
**Lærer: rolle**  
**PS: ansats og angrepsvinkel**  
**PS: motiv**  
**PS: berøringsflater**  
**PS: bearbeidingsstrategier**  
**LR: autentisk**  
**LR: estetisk**  
**LR: funksjonelt**  
**LR: lukket**  
**LR: modifisert**  
**LR: åpent**  
**Situasjon: elevene deler egne erfaringer/kunnskaper**  
**Situasjon: humor og tøys**  
**Situasjon: overraskelse/forventning**  
**Situasjon: ubehag**

(AF = aktivitetsform, E = emosjon, H = handling, K = kognisjon, P = persepsjon, S = sosialisering, OB = oppmerksomhetsbevegelse, PB = perspektivbevegelse, SI = selviakttagelse, CA = Communicative Approach, PS = planleggingsspørsmål, LR = læringsrom)

## Læreplanmål som berøres i Mind Gap:

Å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratorier og naturen med ulike problemstillinger er nødvendig for å få erfaring med og utvikle kunnskap om naturvitenskapens metoder og tankemåte. Dette kan bidra til utvikling av kreativitet, kritisk evne, åpenhet og aktiv deltakelse i situasjoner der naturfaglig kunnskap og ekspertise inngår. Varierte læringsmiljøer som feltarbeid i naturen, eksperimenter i laboratoriet og ekskursjoner til museer, vitensentre og bedrifter vil berike opplæringen i naturfag og gi rom for undring, nysgjerrighet og fascinasjon. (Naturfag, Formål med faget)

Eleven skal kunne

- Beskrive nervesystemet og hormonsystemet og forklare hvordan de styrer prosesser i kroppen
- Formulere og drøfte problemstillinger knyttet til seksualitet, seksuell orientering, kjønnsidentitet, grensesetting og respekt, seksuelt overførbare sykdommer, prevensjon og abort
- Forklare hvordan egen livsstil kan påvirke helsen, herunder slanking og spiseforstyrrelser, sammenligne informasjon fra ulike kilder, og diskutere hvordan helseskader kan forebygges

(Naturfag, Kropp og helse)

Eleven skal kunne: Forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning, og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen (Naturfag, Forskerspiren)

Eleven skal kunne vurdere ulike budskap, etiske problemstillinger og visuell kvalitet i reklame, film, nettsteder og dataspill (Kunst og håndverk)

Eleven skal kunne samtale om opplevelse av hvordan kunstnere til forskjellige tider og i ulike kulturer har uttrykt seg gjennom foto, film og video, og bruke dette som utgangspunkt for eget arbeid (Kunst og håndverk, Kunst)

Eleven skal kunne

- Samtale om arkitekttegninger og digitale presentasjoner av byggeprosjekter, vurdere tilpasning til omgivelsene og skissere ulike løsninger
- Vurdere funksjonell innredning av rom, stil og smak og visualisere egne løsninger

(Kunst og håndverk, Arkitektur)

Eleven skal kunne

- Reflektere over filosofiske temaer knyttet til identitet og livstolkning, natur og kultur, liv og død, rett og galt
- Reflektere over forholdet mellom religion, livssyn og vitenskap
- Reflektere over etiske spørsmål knyttet til mellommenneskelige relasjoner, familie og venner, samliv, heterofili og homofili, ungdomskultur og kroppskultur

(RLE, Filosofi og etikk)

### *Vedlegg 7: Læreplanmål Mind Gap*

Opplæringen må gi rom for elevenes skapende trang, og samtidig vekke deres glede ved andres ytelser. Gjennom bilde og form, tone og ord, må de stimuleres til å utfolde fantasi og oppleve kunst. Opplæringens mål er å utvide barns og unges evner til erkjennelse og opplevelse, til innlevelse, utfoldelse og deltakelse. (Læreplanens generelle del)



## Læreplanmål som berøres i Vindmølleuka:

Eleven skal kunne

- Sammenligne og regne mellom hele tall, desimaltall, brøker, prosent, promille og tall på standardform, uttrykke slike tall på varierte måter og vurdere i hvilke situasjoner ulike representasjoner er formålstjenlige
- Utvikle, bruke og gjøre greie for ulike metoder i hoderegning, overslagsregning og skriftlig regning med de fire regneartene
- Behandle, faktorisere og forenkle algebrauttrykk, knytte uttrykkene til praktiske situasjoner, regne med former, parenteser og brøkuttrykk og bruke kvadratsetningene
- Løse likninger og ulikheter av første grad [...] og bruke dette til å løse praktiske og teoretiske problemer
- Gjøre beregninger om forbruk [...] og gjøre greie for beregninger og presentere resultatene på en formålstjenlig måte
- Bruke tall og variabler i utforskning, eksperimentering og praktisk og teoretisk problemløsning i prosjekter med teknologi og design

(Matematikk, Tall og algebra)

Eleven skal kunne

- Undersøke og beskrive egenskaper ved to- og tredimensjonale figurer og bruke egenskapene i forbindelse med konstruksjoner og beregninger
- Tolke og lage arbeidstegninger [...] med og uten digitale verktøy
- Bruke koordinater til å avbilde figurer og utforske egenskaper ved geometriske former, med og uten digitale verktøy

(Matematikk, Geometri)

Eleven skal kunne

- Gjøre overslag over og beregne lengde, omkrets, vinkel, areal, overflate, volum, tid, fart og massetetthet og bruke og endre målestokk
- Velge passende måleenheter, forklare sammenhenger og regne om mellom ulike måleenheter, bruke og vurdere måleinstrumenter og målemetoder i praktisk måling og drøfte presisjon og usikkerhet

(Matematikk, Måling)

Eleven skal kunne

- Lage funksjoner som beskriver numeriske sammenhenger og praktiske situasjoner, med og uten digitale verktøy, beskrive og tolke dem og veksle mellom ulike representasjoner av funksjoner, som grafer, tabeller, formler og tekster
- Identifisere og utnytte egenskapene til proporsjonale, omvendt proporsjonale, lineære og kvadratiske funksjoner og gi eksempler på praktiske situasjoner som kan beskrives med disse funksjonene

(Matematikk, Funksjoner)

## *Vedlegg 8: Læreplanmål Vindmølleuka*

Eleven skal kunne

- Formulere testbare hypoteser, planlegge og gjennomføre undersøkelser av dem og diskutere observasjoner og resultater i en rapport
- Innhente og bearbeide naturfaglige data, gjøre beregninger og framstille resultater grafisk
- Forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen
- Følge sikkerhetstiltak som er beskrevet i HMS-rutiner og risikovurderinger  
(Naturfag, Forskerspiren)

Eleven skal kunne observere og gi eksempler på hvordan menneskelig aktivitet har påvirket et naturområde, undersøke ulike interessegruppers syn på påvirkningen, og foreslå tiltak som kan verne naturen for framtidige generasjoner  
(Naturfag, Mangfold i naturen)

Eleven skal kunne

- Bruke begrepene strøm, spenning, resistans, effekt og induksjon til å forklare resultater fra forsøk med strømkretser
- Forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke fornybare energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på
- Gjøre rede for begrepene fart og akselerasjon, måle størrelsene med enkle hjelpemidler og gi eksempler på hvordan kraft er knyttet til akselerasjon
- Gjøre forsøk og enkle beregninger med arbeid, energi og effekt  
(Naturfag, Fenomener og stoffer)

Eleven skal kunne

- Utvikle produkter ut fra kravspesifikasjoner og vurdere produktene funksjonalitet, brukervennlighet og livsløp i forhold til bærekraftig utvikling
- Teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess, og vurdere materialbruken ut fra miljøhensyn  
(Naturfag, Teknologi og design)

Eleven skal kunne dokumentere eget arbeid i multimediapresentasjoner (Kunst og håndverk, Visuell kommunikasjon)

Eleven skal kunne

- Designe produkter ut fra en kravspesifikasjon for form og funksjon
- Beskrive ulike løsningsalternativer i design av et produkt ved hjelp av skisser og digital programvare
- Beskrive livsløpet til et produkt og vurdere konsekvenser for bærekraftig utvikling, miljø og verdiskapning
- Lage funksjonelle bruksgjenstander og vurdere kvaliteten på eget håndverk  
(Kunst og håndverk, Design)

## *Vedlegg 8: Læreplanmål Vindmølleuka*

Eleven skal kunne formulere spørsmål om forhold i samfunnet, planlegge og gjennomføre en undersøkelse og drøfte funn og resultater muntlig og skriftlig (Samfunnsfag, Utforskeren)

Eleven skal kunne

- Lokalisere og dokumentere oversikt over geografiske hovedtrekk i verden og sammenlikne ulike land og regioner
- Gjøre greie for indre og ytre krefter på jorda, bevegelser i luftmassene, kretsløpet til vannet, vær, klima og vegetasjon og drøfte sammenhenger mellom natur og samfunn
- Undersøke hvordan mennesker nyttiggjør seg naturgrunnet, andre ressurser og teknologi i Norge og i andre land i verden, og drøfte premisser for bærekraftig utvikling
- Undersøke og diskutere bruk og misbruk av ressurser, konsekvenser det kan få for miljøet og samfunnet, og konflikter det kan skape lokalt og globalt
- Kartlegge variasjoner i levekår i ulike deler av verden, forklare de store forskjellene mellom fattige og rike, og drøfte tiltak for en jevnere fordeling

(Samfunnsfag, Geografi)

Eleven skal kunne

- Beskrive hvordan forbruksmønsteret har utviklet seg i Norge
- Beskrive hovedtrekk i norsk økonomi og hvordan den henger sammen med den globale økonomien

(Samfunnsfag, Samfunnskunnskap)

Eleven skal kunne

- Delta i diskusjoner med begrunnede meninger og saklig argumentasjon
- Presentere norskfaglige og tverrfaglige emner med relevant terminologi og formålstjenlig bruk av digitale verktøy og medier

(Norsk, Muntlig kommunikasjon)

Eleven skal kunne

- Orienter seg i store tekstmengder på skjerm og papir for å finne, kombinere og vurdere relevant informasjon i arbeid med faget
- Planlegge, utforme og bearbeide egne tekster manuelt og digitalt, og vurdere dem underveis i prosessen ved hjelp av kunnskap om språk og tekst

(Norsk, Skriftlig kommunikasjon)