

# **Bachelorprojekt**

**Læreruddannelserne Metropol 4. årgang  
13. januar 2010**

**Science centres mulige rolle i fysik/kemi undervisningen  
med henblik på at rumme elever med  
særlige forudsætninger**

***“The talented pupils illuminate my life but ruin my lessons”***

*[Johanna Raffan 2009]*

**Skrevet af  
Gry Lottrup Petersen 260720**

**Vejleder  
Nina Troelsgaard Jensen  
Annette Hildebrand Jensen**

## Indholdsfortegnelse

<b>INDLEDNING</b>	<b>2</b>
<b>PROBLEMFORMULERING</b>	<b>4</b>
<b>METODE</b>	<b>4</b>
<b>INDSAMLINGS AF EMPIRI</b>	<b>4</b>
LØBENDE OBSERVATION	4
EVALUERING	5
UNDERVISNINGSPLANER	5
<b>MASTER CLASS</b>	<b>5</b>
<b>TEORI</b>	<b>6</b>
<b>HVAD ER BEGAVELSE OG INTELLIGENS?</b>	<b>6</b>
INTELLIGENS I SAMSPIL MED OMVERDENEN	7
<b>ELEVER MED SÆRLIGE FORUDSÆTNINGER</b>	<b>7</b>
ELEVER MED SÆRLIGE FORUDSÆTNINGER SAVNER UDFORDRING	9
<b>LÆRING OG UNDERVISNING</b>	<b>9</b>
<b>FYSIK/KEMI</b>	<b>11</b>
<b>VIDENSKABSFAG ELLER DANNESEFAG</b>	<b>11</b>
ARBEJDSFORMER I FYSIK/KEMI UNDERVISNINGEN	13
<b>EMPIRI</b>	<b>14</b>
<b>BLOMSTRENDE BRÆNDSTOF TIL FREMTIDENS FERRARI</b>	<b>15</b>
UNDERVISNINGSPLANER	15
LØBENDE OBSERVATIONER	15
EVALUERING	16
<b>ANALYSE</b>	<b>16</b>
<b>ELEVERNES MOTIVATION</b>	<b>16</b>
<b>UNDERVISNINGSFORMEN</b>	<b>18</b>
ALSIDIGHED	18
KONTINUITET	18
ARBEJDSFORM VED EKSPERIMENTER	19
<b>UNDERVISERENS ENGAGEMENT</b>	<b>19</b>
<b>DISKUSSION/KONKLUSION</b>	<b>20</b>
<b>LITTERATURLISTE</b>	<b>22</b>
<b>BILAG 1 SAMMENDRAG AF LØBENDE OBSERVATIONER</b>	<b>23</b>
<b>BILAG 2 SAMMENDRAG AF OBSERVATIONER FRA EVALUERING</b>	<b>24</b>
<b>BILAG 3 SAMMENDRAG AF ELEVUDTALELSER FRA EVALUERINGERNE</b>	<b>25</b>

## Indledning

Gennem sidste halvdel af 1900 tallet er skolen blevet mere åben udadtil og mindre autoritær indadtil [Hansen 2005, s. 4]. Skolen påvirkes i dag både af forældre og af samfundet. Eleverne har samtidigt fået væsentlig mere indflydelse end tidligere, eller som Mogens Hansen formulerer det: *"Grundlæggende er der tale om, at demokratiets principper om åbenhed, tolerance, indflydelse og dialog er blevet en del af skolens selvforståelse."* [Hansen 2005, side 4 linje 3]. Siden starten af 1900 tallet har folkeskoleloven desuden langsomt ændret sig fra at basere sig på en niveauopdelt skole og elevdifferentiering til nu at fokusere på undervisningsdifferentiering med udgangspunkt i enhedsskolen [Nielsen 2003].

Samtidig med at folkeskolen generelt har ændret fokus gennem årene, har faget fysik/kemi gennemgået væsentlige ændringer. Det har tidligere været et videnskabscentret fag, hvor fagligheden blev defineret ud fra videnskabsfagene fysik og kemi. Ifølge Svein Sjøberg er skolefaget fysik/kemi i dag ikke kun en miniversion af universiteternes videnskabsdisciplin, eller det bør det i hvert fald ikke kun være. Faget har derimod bevæget sig mod en mere konstruktivistisk orienteret tænkning [Sjøberg 2005, s. 114], hvor der tages udgangspunkt i den enkelte elevs potentialer og kompetencer, dog stadig på baggrund af de fælles undervisningsmål [Fælles Mål 2009, faghæfte 16, s. 39]. De kombinations- og samspilsmuligheder der er mellem den teoretiske og den praktiske del af faget, gør at der er god mulighed for at tilrettelægge undervisningen ud fra den enkelte elevs kompetencer og potentialer. Der er da også tradition for at benytte sig af undervisningsdifferentieringens forskellige muligheder inden for faget fysik/kemi [Fælles Mål 2009, faghæfte 16, s. 39].

Det er op til den enkelte skole, de enkelte lærere og elever hvordan opgaven løses, med bedst resultat for alle parter. Det eneste der ligger klart er, at det ved folkeskoleloven er bestemt, at undervisningen i folkeskolen skal tilpasses alle elever uanset evner og kompetencer.

*§ 18. Undervisningens tilrettelæggelse, herunder valg af undervisnings- og arbejdsformer, metoder, undervisningsmidler og stofudvælgelse, skal i alle fag leve op til folkeskolens formål, mål for fag samt emner og varieres, **så den svarer til den enkelte elevs behov og forudsætninger.*** [Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, kap 2 §18, januar 2010]

*Stk. 2. Det påhviler skolelederen at sikre, at klasselæreren og klassens øvrige lærere planlægger og tilrettelægger undervisningen, **så den rummer udfordringer for alle elever*** [Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, kap 2 §18 stk. 2, januar 2010].

I folkeskoleloven er det flere steder nævnt, at undervisningen skal tilpasses den enkelte elev, men der er udelukkende taget forbehold i forhold til elever med særlige vanskeligheder bl.a. i form af krav om specialundervisning i skoletiden. *"Til børn, hvis udvikling kræver en særlig*

*hensyntagen eller støtte, gives der specialundervisning og anden specialpædagogisk bistand...*" [Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, kap 2 §3 stk. 2, januar 2010] Derudover benyttes tilbuddet om ekstra undervisning udenfor skoletiden. [Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, kap 2 §3 stk. 3, januar 2010], oftest i forbindelse med lektiehjælp til svage elever.

Det er ikke kun nationalt at skolen er forpligtet til at opfylde et krav om rummelighed, også internationalt stilles der krav om, at skolen skal rumme alle elever. Ifølge UNESCO's Salamanca-erklæringen fra 1994 skal skolen "...rumme alle elever, uafhængigt af deres fysiske, intellektuelle, sociale, emotionelle og sproglige evner eller andre forhold. Dette gælder også handicappede og særligt talentfulde børn." [Kyed og Baltzer 2005, side 216 øverst].

Som Mogens Hansen skriver i sin bog "Skolens rummelighed" kan det være en stor udfordring at rumme de svage elever "der sidder yderst på bænken" [Hansen 2005, s. 12]. Der har i flere år været fokus på, hvordan man i folkeskolen kan rumme elever med særlige vanskeligheder såsom indlæringsvanskeligheder og besvær med at følge undervisningen. I forlængelse af dette viser en svensk undersøgelse, at lærerne prioritere elever i vanskelige læringspositioner højere end elever med særlige forudsætninger. Samtidigt forventes det af disse elever fungerer som støtte for de svage elever, før de selv får faglig udfordring [Baltzer 2006]. Med dette i baghovedet kan man stille spørgsmålet, om hvorvidt elever med særlige forudsætninger er blevet overset i denne stræben efter at rumme de svage elever i folkeskolen? Det kan, som nedenstående citat antyder, været en stor udfordring at rumme de højtbegavede elever i klasserummet. De keder sig ofte fordi de ikke udfordres tilstrækkeligt, hvilket kan medføre uro og koncentrationsbesvær [Mönks og Ypenburg 2006; Kyed og Baltzer 2005].

*"The talented pupils illuminate my life but ruin my lessons" [Johanna Raffan 2009]*

Talentfuld, højtbegavet, særligt begavet, intelligent. Der kan sættes mange ord på disse elever. I det følgende bruges betegnelsen "elever med særlige forudsætninger", set i forhold til "elever med særlige vanskeligheder". Man kan ikke klart adskille disse grupper af elever da nogle elever sagtens kan falde ind under begge grupper, men i forbindelse med dette bachelor projekt holdes de adskilt, og der sættes fokus på de højtbegavede elever uden andre vanskeligheder.

Der er gjort mange tiltag i forhold til elever med særlige forudsætninger, men de fleste bunder i elevdifferentiering i form af eliteskoler og talentklasser. Der findes ikke mange tilbud man kan anvende i folkeskolen. Ud fra teori samt den til projektet indsamlede empiri, analyseres og diskuteres muligheden for, at man som lærer i sit arbejdet med at rumme elever med særlige forudsætninger kan lade sig inspirere af Science Centre.

Der er indsamlet empiri fra et forløb der hedder "Master Class" på Experimentarium. Dette er et undervisningstilbud for elever med særlige talenter og/eller interesse inden for fysik og kemi. Tilbuddet er frivilligt og foregår uden for den normale skoleundervisning. Dette har ledt mig til følgende problemformulering for mit bachelorprojekt.

## Problemformulering

Hvordan kan erfaringer fra Science Centre inspirere undervisningen i forhold til at forbedre mulighederne for at rumme elever med særlige forudsætninger i fysik/kemi i folkeskolen?

- Hvordan stimuleres elevers motivationen for faget?
- Hvordan forgår undervisningen?
- Hvilken indflydelse har underviserens engagement?

## Metode

For kvalificeret at kunne behandle problemformuleringen, redegøres der først for en række teoretiske spørgsmål. Herefter anvendes teorien til at analysere og diskutere data fra min empiri og andre undersøgelser med henblik på at kunne finde svar på de spørgsmål der rejses i problemformuleringen.

Først er det nødvendigt at klargøre, hvad der menes med "*elever med særlige forudsætninger*" og begavelse. Disse begreber defineres bl.a. ud fra Ole Kyed og Kirsten Baltzers arbejde med højtbegavede elever i Danmark og Franz J. Mönks og Irene H. Ypenburgs undersøgelse i Tyskland. Dernæst redegøres der med udgangspunkt i Illeris sammenfatning af læringsteorier, Svein Sjøbergs naturfagsdidaktik, samt Jesper Dolin's beskrivelse af en læreproces i fysik som en tilegnelse af forskellige repræsentationsformer, for vigtige pointer inden for lærings- og fagdidaktisk teori inden for skolefaget fysik/kemi.

Science Centre er eksemplificeret ved Experimentarium og projektet Master Class. Der er indhentet erfaringer og inspiration fra tre Master Class forløb, som er gennemført i efteråret 2009.

## Indsamling af empiri

Data fra Master Class, er indsamlet ved observation, evaluering og undervisningsplaner.

## Løbende observation

Jeg har valgt at fokusere mine løbende observationer til et enkelt forløb, for at opnå et kontinuerligt forløb. Jeg har deltaget i fire undervisningsgange, hvor mit primære formål har været observation, jeg har derfor ikke aktivt deltaget i den pædagogiske situation. For at sikre validitet af observationerne er det vigtig, at alle deltagende parter accepterer observatørens rolle, så observatøren ikke påvirker undervisningen på en uheldig måde [Bjørndal 2007, s. 52]. Derfor var det vigtigt for mig at informere underviser og elever om mit formål som observatør.

Der er altså tale om observation af første orden med en høj grad af åbenhed, men lav grad af deltagelse [Bjørndal 2007, s. 34,51].

### **Evaluering**

Selvom jeg ikke deltog direkte i undervisningssituationen, kan det ikke undgås, at hverken eleverne eller jeg selv har dannet et billede af og tillagt hinanden nogle roller, ud fra de stereotyper man uundgåeligt har en forhåndsviden om [Bjørndal 2007, s. 40]. For at få nogle mere objektive og nogle flere konkrete data, således at analysen ikke kun bygger på mine observationer, valgte jeg at koble mig på Helene Sørensen (Lektor ved Institut for Didaktik) allerede planlagte evaluering af alle tre forløb, som observatør. Helene Sørensen er tilknyttet projektet, som sparringspartner og evaluator. Der er her ligeledes tale om observation af første orden og lav grad af deltagelse.

Selve evalueringen forgik i to faser. I første fase kom eleverne med individuelle udtalelser og i anden fase gennemførte Helene Sørensen en fælles diskussion med udgangspunkt i elevernes udtalelser. Der kan med rimelighed fæstnes lid til resultaterne. Eleverne havde ikke noget i klemme, i og med der i begge faser er tale om en formativ og fremadrettet evaluering, frem for en summativ evaluering, hvor målet er en vurdering af elevernes dygtighed eller undervisningens effektivitet [Hansen m.fl. 2006]. Målet med evalueringen var at få feedback fra eleverne der kan anvendes i den videre planlægning af projektet Master Class. Den fælles diskussion var meget intuitivt opbygget, og omhandlede forskellige emner fra hold til hold, da udgangspunktet var elevernes egne udtalelser.

### **Undervisningsplaner**

Undervisningsplanerne er nogle jeg har fået udleveret fra underviserne. Jeg har valgt at gengive uddrag fra to undervisningsgange, da jeg mener de er repræsentative for hele forløbet. Med undervisningsplanerne, mine observationer og data fra evalueringerne er der metodisk tale om en triangulering for at sikre validiteten analysen. [Hansen m.fl. 2006, s.481] Et uddrag af elevernes udtalelser fra evalueringen, samt en sammenfatning af mine observationer fra evalueringen og undervisningen er vedlagt i bilag.<sup>1</sup>

### **Master Class**

Master Class er ikke en betegnelse der er opfundet til lejligheden, men er en undervisningssituation hvor elever med særlige evner inden for et bestemt område, undervises af en ekspert på netop dette område [Wikipedia, januar 2010].

Hovedformålet med projektet Master Class på Experimentarium er at *"Master class skal give yderligere udfordringer til dygtige, engagerede elever på de ældste klassetrin,...." Endvidere skal*

---

<sup>1</sup> Alle originale evaluerings og observations noter er ikke vedlagt, dette ville bliver for omfangsrigt.

*Master class forsøge at fastholde og udvikle disse elevers interesse for det naturvidenskabelige og tekniske fagområde og give de unge baggrund for at arbejde med fremtidens energi- og miljøproblemer....” [Laursen og Høeg 2009]. I samarbejde med Elforsk tilbyder Experimentarium, elever i Gentofte og Fredensborg Kommune, at deltage i Master Class. Det er frivilligt om eleverne vil deltage, men i de fleste tilfælde er eleverne blevet kraftigt opfordret af deres naturfagslærer eller inspektør til at deltage. Der er i efteråret 2009 gennemført tre forskellige Master Class forløb: ”Xtreme Survival”, ”En verden med tryk på!” og ”Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari”. Alle tre forløb indeholder elementer af fysik, kemi og til dels biologi inden for emnet energiteknologi.*

## **Teori**

I dette afsnit beskrives de begreber og den teori der er fundamentet for behandlingen af problemformuleringen. I det følgende defineres hvad der forstås ved begreberne begavelse og intelligens, både nu og historisk set. Herefter beskrives hvad der menes med ”elever med særlige forudsætninger” og hvordan læring og undervisning skal opfattes i forbindelse med denne opgave.

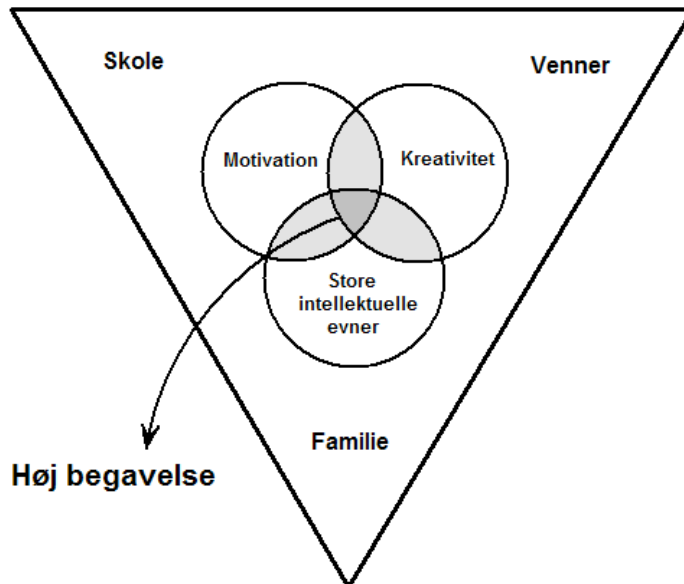
### **Hvad er begavelse og intelligens?**

Hverken begavelse eller intelligens er entydige størrelser. Alt afhængig af samfund, tid og kultur bliver begreberne defineret og opfattet forskelligt. For over 100 år siden, da intelligensbegrebet blev opfundet, var det rimelig klart, hvad det ville sige at være intelligent. Det betød at man klarede sig godt i skolen og havde let ved at løse problemer af sproglig og matematisk-logisk art [Laursen 2001, s. 4]. Gennem de sidste årtier, har denne opfattelse af intelligensbegrebet ændret sig væsentligt til en mere bred definition. En af hovedpersonerne i dette skift i opfattelsen af begrebet intelligens er Howard Gardners og hans teori om mange intelligenser. Gardner mener, at der eksisterer flere forskellige intelligenser uafhængigt af hinanden og at der ikke er nogen generel eller almen intelligens [Laursen 2001, s. 2]. Derimod mener Gardner, at de fleste mennesker besidder mindst et intellektuelt styrkeområde og at det er meget få der har høj intelligens inden for alle områder [Laursen 2001, s. 3].

Der er flere grunde til, at Gardners intelligensteori er blevet taget godt imod i den danske folkeskole. Per Fibæk Laursen bemærker i sin artikel ”Gardner revurderet” at der er noget rundt, varmt og positivt ved Gardners teorier [Laursen 2001, s. 2]. Gardner kritiserer desuden pædagogikken for at være optaget af at reparere svagheder, frem for at bygge på styrkesider [Laursen 2001, s. 2]. Dette positive budskab er faldet godt sammen med det stigende krav om rummelighed i den danske folkeskole. Teorien om de mange intelligenser giver læreren mulighed for at se styrkesider hos alle elever og legitimere, at ikke alle elever nødvendigvis skal nå de, gennem Fælles Mål, fastsatte mål på den samme måde.

### Intelligens i samspil med omverdenen

Som nævnt blev der tidligere sat lighedstegn mellem høj intelligens og god matematisk-logisk og sprogligsans. I dag opfattes intelligensbegrebet bredere. Intelligens er ikke blot noget der findes inden i hovedet på den enkelte, men noget der kommer til udtryk i samspil med omverdenen [Laursen 2001, s. 6]. Derfor kan en elevs intelligens ikke udvikles uden positiv påvirkning fra omverdenen, heriblandt læreren.



Figur 1 "fler-faktor-modellen" [Mönks og Ypenburg 2006, s. 32]

barnet bevæger sig i, er af stor betydning. Har barnet ikke de rette muligheder for at udvikle sig, kan det gå i stå på et niveau der ikke passer til barnet [Mönks og Ypenburg 2006].

Det at have høj begavelse og interesse indenfor naturfag betragtes ofte som meget nørdet. Samtidig ser mange med ærefrygt på de der har interessen og talentet, fordi naturvidenskaben og i sær fysikken i almindelighed opfattes som uforståelig og utilgængelig [Thomsen 1998, s. 56]. "Høj begavelse" og "talent" anvendes forskelligt i forskellige sammenhænge. Nogle bruger udelukkende høj begavelse om personer med usædvanlige evner på intellektuelle områder, mens talent anvendes om personer med særlige evner inden for kunst, sport, musik etc. [Mönks og Ypenburg 2006, s. 43]. Denne adskillelse af begreberne kan være med til at gøre det at være højt begavet nørdet, mens det at have talent er mere cool. Ifølge Jesper Dolin er det ikke så underligt, at mange finder det vanskeligt at opnå en forståelse inden for fysik faget, idet der stilles mange og meget forskelligartede krav til eleverne [Dolin 2001, 103].

### Elever med særlige forudsætninger

Betegnelsen "elever med særlige forudsætninger" er blevet til i erkendelse af, at det i lang tid har været pædagogisk ukorrekt at anerkende børn frem for andre som værende særligt talentfulde

Franz J. Mönks og Irene H. Ypenburg definerer begrebet høj begavelse ud fra samspillet mellem seks faktorer. Ved siden ses en illustration af deres forklaringsmodel.

Fler-faktor-modellen indikerer, at det kræver et godt samspil mellem de seks faktorer, for at høj begavelse kan udvikle sig og komme til udtryk. De potentielle anlæg et højtbegavet barn har, skal stimuleres og støttes for at barnet kan udvikle sig og lære.

Det betyder at det sociale miljø



eller usædvanligt højt begavede [Baltzer 2006, s. 43]. Janteloven eksisterer til stadighed i det danske samfund og sætningen "du skal ikke tro du er noget" hænger desværre godt fast, både hos elever, forældre og lærere. Det kan derfor være svært at indse, at eleven har særlige forudsætninger i forhold til jævnaldrende. For at legitimere det at bruge betegnelsen at "have særlige forudsætninger" er det nødvendigt at opstille nogle kriterier for hvornår et barn er højtbegavet eller særlig talentfuld. Der findes ikke én test og facitliste, der kan klargøre om en elev hører til gruppen af elever med særlige forudsætninger eller ej. Dog er det væsentligt at man som folkeskolelærer har nogle redskaber og kriterier at bedømme ud fra, så det ikke udelukkende bliver en subjektiv vurdering.

Det meste internationale forskning har indtil omkring år 2000 brugt de traditionelle intelligens-test der måler IQ, samt høje karakterer ved nationale test, som de vigtigste metoder til at identificerer højtbegavede elever [Baltzer 2006, s. 44]. Også i den danske folkeskole og samfund generelt, sidestilles høj begavelse oftest med en høj IQ. Ifølge Mensa skal man have en IQ på over 130 for at tilhøre de højtbegavede, hvilket svare til ca. 2% af den danske befolkning [www.mensa.dk, december2009]. I og med at en IQ test udelukkende måler den matematisk-logiske og sproglige sans, fortæller det at have en høj IQ, imidlertid ikke meget om personens andre kompetencer i forhold til skolen og samfundet. I folkeskolen generelt og i fysik/kemi undervisningen stilles der høje krav til meget andet end de faglige kundskaber og færdigheder.

Allerede i formålet for faget fysik/kemi står der at "*undervisningen skal give eleverne fortrolighed med naturvidenskabelige arbejdsformer og betragtningsmåder*", derudover står der bl.a. at "*undervisningen skal bidrage til, at eleverne erkender, at naturvidenskab og teknologi er en del af vores kultur og verdensbillede.*" [Fælles Mål 2009, faghæfte 16, s. 3]. Det betyder at det er utilstrækkeligt, at eleverne tilegner sig faglige færdigheder, hvis de ikke samtidig forstår at bruge dem i andre sammenhænge.

#### **Kendetegn på børn med særlige forudsætninger!**

*Bevidst og årvågen gennem barndommen.  
Opmærksom på mange fænomener.  
Højt aktivitetsniveau.  
Lille søvnbehov.  
Avanceret udvikling.  
Ivrigt observerende.  
Ekstremt nysgerrig.  
God hukommelse.  
Tidligt og veludviklet ordforråd.  
Lærer hurtigt.  
Kan tænke og ræsonnere abstrakt.  
Følsom.  
Perfektionist.  
Leger med puslespil, tal og labyrinter forud for sin alder.*

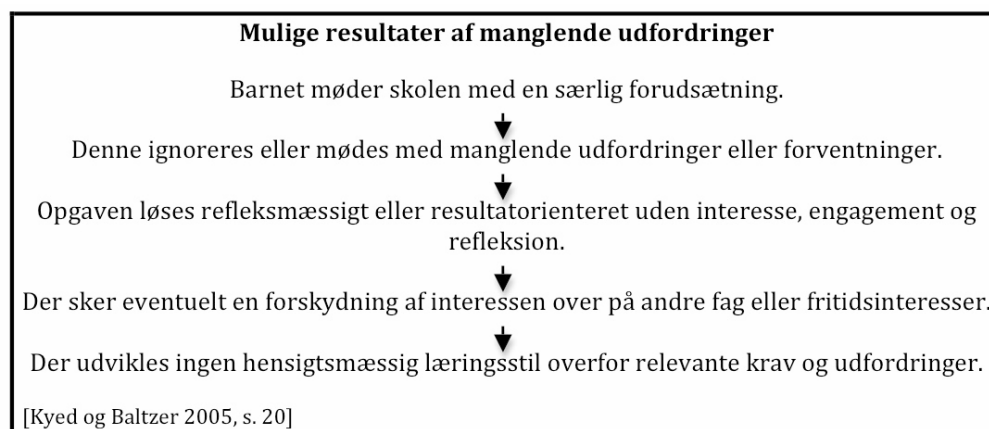
[Baltzer 2006, s. 44]

Eleverne skal gennem fysik/kemi undervisningen få en forståelse for hvordan der arbejdes i den naturvidenskabelige verden og dermed være i stand til at stille sig kritisk overfor den mængde af informationer der hele tiden strømmer gennem samfundet. Det er derfor væsentlig at definere nogle anderledes kriterier for høj begavelse, da dette omfatter langt mere end en høj IQ. I modsætning til traditionel intelligensmåling, har Lanni Kanevski opstillet en række karakteristika der

kendetegner høj begavelse og dermed elever med særlige forudsætninger [Baltzer 2006, s. 44]. Disse beskrivelser omhandler i højere grad elevens personlige og sociale fremtræden end den målbare intelligenskvotient. Disse kriterier stemmer derfor bedre overens med de kompetencer og evner der forventes af elever med særlige forudsætninger i folkeskolen i dag. Jeg har valgt at fremhæve de karakteristika, jeg i senere afsnit vil bruges som argumentation for høj begavelse. Det er desuden de karakteristika der umiddelbart er mere eller mindre fremtrædende hos nogle af eleverne der deltaget i Master Class.

### Elever med særlige forudsætninger savner udfordring

Ole Kyed og Kirsten Baltzer har stået for et stort udviklingsprojekt i Lyngby-Taarbæk kommune omhandlende elever med særlige forudsætninger, med formålet *"at synliggøre og få en forståelse for denne gruppe børn og deres adfærd med henblik på bedst muligt at understøtte deres udviklings- og undervisningsmæssige behov"* [Kyed og Baltzer 2005, s. 216]. Kyed beskriver hvor vigtigt det er, at elever med særlige forudsætninger mødes med udfordringer i skolen og har i den forbindelse opstillet en oversigt over de mulige resultater ved manglende udfordring hos elever med særlige forudsætninger.



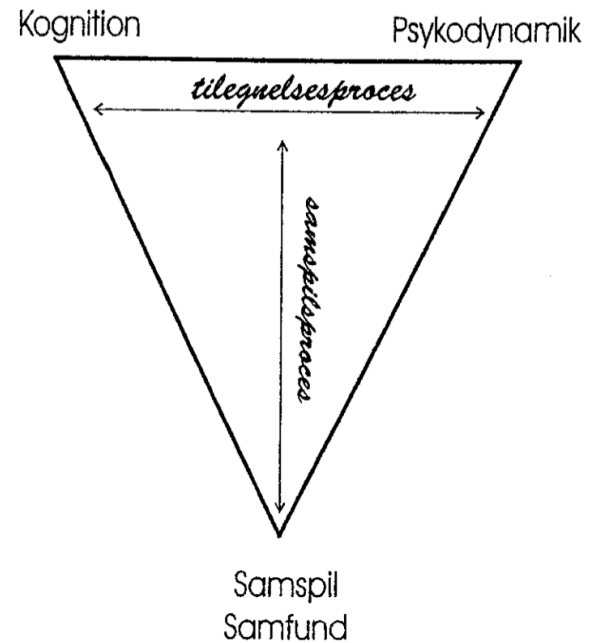
Det er ikke usædvanligt, at elever med særlige forudsætninger, der ikke får en optimal støtte og udfordring i skolen, udvikler en forstyrrende adfærd, påkalder sig opmærksomhed eller underpræstere rent fagligt [Kyed og Baltzer 2005, s. 213].

### Læring og undervisning

Knud Illeris beskriver forståelse af læring således: *"Læring forstås nu som en aktiv proces, hvorigennem den lærende til stadighed konstruerer og rekonstruerer viden, færdigheder, forståelser, holdninger, funktionsmåder, identitet osv."* [Illeris 2001, s. 4]. Den konstruktivistiske læringsforståelse er efterhånden meget udbredt i folkeskolen. Især i fysik/kemi undervisningen lægges der stor vægt på, at eleverne selv konstruerer deres billede af verden, ud fra egne forforståelser og opdagelser. I formålet for faget fysik/kemi er det specificeret som: *"Undervisningen skal.... i vidt omfang bygge på elevernes egne iagttagelser og undersøgelser."* [Fælles Mål 2009, faghæfte 16, s.3].

Læringsprocessen er en integreret proces, der omfatter både den indre psykiske tilegnelsesproces og de sociale samspilsprocesser, med en samtidig indflydelse fra både en kognitiv, en psykodynamisk og en social og samfundsmæssig dimension [Illeris 2001 (a), s. 91,181]. Illeris illustrerer dette samspil i læringstrekanten, som ses ved siden af.

Den kognitive dimension omhandler udvikling af både viden, færdigheder, forståelse og mening. Den psykodynamiske dimension omhandler motivation og personlighedsudvikling, mens den sociale dimension omhandler udviklingen i samspil med den sociale og samfundsmæssige omverden [Illeris 2001 (b), s. 8-10]. Læring sker altså i et samspil mellem det individuelle og det sociale element og derved er læringsresultatet et individuelt fænomen, der samtidig er præget af sociale og samfundsmæssige forhold [Illeris 2001 (a), s. 181].



Figur 2 Lærings dimensioner og processer [Illeris 2001 (b), s. 6]

Der er visse ligheder mellem Illeris læringstrekant og den tidligere nævnte "Fler-faktor-model" for udvikling af høj begavelse. I begge modeller har omverdenen en væsentlig indflydelse i forhold til at udvikle eksisterende potentialer og kompetencer, samt at stimulere elevens motivation. I denne sammenhæng forstås kompetencer som kundskaber og færdigheder, dvs. det man kan og ved. Potentialer er de forudsætninger der enten er medfødte eller tilegnet gennem erfaringer [Hansen 2005, s. 73]. Potentialer kan blive til kompetencer under den indflydelse fra omverdenen. Begrebet motivation, anvendes i mange sammenhænge, både i psykologien og pædagogikken. Der er mange faktorer der spiller en rolle i forhold til elevens motivation, men helt generelt kan man i "Psykologisk-pædagogisk ordbog" læse at motivation i bred pædagogisk forstand dækker over elevens interesse og energi overfor skolearbejdet [Hansen m.fl. 2005, 311].

Grundæggende kan hverken læring eller udvikling af høj begavelse ske uden indflydelse fra omverdenen. Lærerens indflydelse på eleven spiller sammen med lærerens opfattelse af eleven derfor en stor rolle i en undervisningssammenhæng. Ifølge Vygotsky må undervisningen være tilrettelagt efter det der ligger foran eleven, for at der kan ske en videre udvikling. Eleven skal udfordres udover eksisterende kompetencer, men samtidig have mulighed for støtte fra læreren. Dette betegnes som *zonen for nærmeste udvikling* [Hansen m.fl. 1998, s. 77; Dysthe 1997, s. 59]. Olga Dyste fremhæver vigtigheden af lærerens anerkendelse af elevens bidrag som

værdifuldt. Læreren skal gennem optag bygge videre på elevens bidrag gennem undervisningen [Dysthe 1997, s. 63]. Netop i denne sammenhæng er min vurdering, at elever med særlige forudsætninger let bliver overset. Nogle lærer vil mene, at velfungerende og højt begavede elever ikke er et problem, de kan blot underholdes ved ekstra materiale eller fungere som "støttelærer" for andre elever [Kyed og Baltzer 2005, s. 220]. Når man som lærer er klar over at en elev altid har det rigtige svar, kan man have tendens til overhører denne elev eller glemme at anerkende elevens bidrag. Det er derfor væsentligt, at man som lærer er opmærksom på, at eleven både udfordres, støttes og anerkendes.

Ud fra nogle af de kriterier Lanni Kanevski opstiller, som bl.a. *ivrigt observerende, ekstremt nysgerrig* og *lærer hurtigt*, kan man antage at elever med særlige forudsætninger som udgangspunkt, har en stor viden og forståelse indenfor deres kompetence- og potentialeområder. Derudover har elever med særlige forudsætninger, ifølge Lanni Kanevski, motivationen og lysten til at lære nyt. I og med de kognitive og psykodynamiske dimensioner er i spil, set i forhold til perspektivet af Illeris læringstrekant, er det som udgangspunkt den sociale og samfundsmæssige dimension der spiller den største rolle i forhold til udvikling og læring hos elever med særlige forudsætninger.

Når det er sagt, skal der selvfølgelig tages forbehold for de tilfælde hvor motivationen ikke er til stede. Nogle børn med særlige forudsætninger møder allerede tidligt i deres opvækst modstand mod deres nygerrighed og læringslyst og kan derved miste deres motivation for læring. Mogens Hansen skriver yderligere at: "*Motivation for at lære er ikke noget, børn har med hjemmefra klar til brug i skolen, men noget der dannes – eller ikke dannes – gennem samspillet med lærerne i skolen*" [Hansen 2005, s. 86]. Det er dog mulig også som forældre at støtte og påvirke barnets motivation og lyst til at lære og derved møder man elever i folkeskolen der både har en stor viden og motivation for at lære mere og nyt.

## **Fysik/kemi**

I dette afsnit beskrives faget fysik/kemi dels gennem en argumentation for faget som både videnskabsfag og dannelsesfag og dels gennem en beskrivelse af de forskelligeartede arbejdsformer der anvendes i faget fysik/kemi.

Helt overordnet kan fysik/kemi undervisningen ses som en lang række argumenter for hvorfor vores verdensbillede ser ud som det gør. Dvs. både hvordan verden er opbygget, lige fra små partikler til store kredsløb og hvordan videnskaberne fysik og kemi har været med til at præge den kultur og det verdensbillede vi har i dag.

### **Videnskabsfag eller dannelsesfag**

Faget fysik/kemi skal i lige så høj grad som andre fag i folkeskolen være med til at "*give eleverne kundskaber og færdigheder, der: forbereder dem til videre uddannelse og giver dem lyst*

*til at lære mere, gør dem fortrolige med dansk kultur og historie, giver dem forståelse for andre lande og kulturer, bidrager til deres forståelse for menneskets samspil med naturen og fremmer den enkelte elevs alsidige udvikling.*" [Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, kap 1 §1, januar 2010]. Fysik/kemi skal altså udover at være et videnskabsfag, i høj grad være et dannelsesfag. Som nævnt i indledningen skal skolefaget fysik/kemi ikke være en miniversion af universiteternes videnskabsdisciplin. Faget har rykket sig fra at være et videnskabscentreret fag, til nu at have en mere konstruktivistisk orienteret tænkning [Sjøberg 2005, s. 114]. Der ligger stor vægt på skolefagets forskellighed fra videnskabsfaget. Hvor videnskabsfagene bygger på antagelser og hypoteser, samt empiriske undersøgelser og tolkninger heraf, skal skolefaget give eleverne indblik i, hvilke arbejdsmetoder der anvendes i videnskabsfagene [Fælles Mål 2009, faghæfte 16, s. 24]. Hvis fysik/kemi undervisningen i folkeskolen blot kopierede og reproducerede den nyeste viden fra videnskabsfagene ville vi ende op med en masse store og gode hukommelser hos eleverne, men mangle evnerne til selvstændig tænkning og udvikling.

Selvom folkeskolen forsøger at skabe afstand til fysik/kemi som videnskabsfag, er der de seneste år i Danmark en stigende ønske om at højne fagligheden i naturfagsundervisningen. Denne holdningsændring skal ses i lyset af flere internationale undersøgelser, bl.a. PISA-undersøgesler<sup>2</sup> og ROSE-undersøgelsen<sup>3</sup>, der giver et billede af manglende interesse for naturfag hos eleverne [Fælles Mål 2009, s. 23].

Der eksisterer igen et ønske om at indholdet i fysik/kemi undervisningen skal være bestemt af videnskabsfagernes indhold. Man kan således også i de nye Fælles Mål se at der igen er kommet mere fokus på grundlæggende fysiske og kemiske fænomener og begreber. Der står bl.a. i formålet for faget fysik/kemi at eleverne skal have "*forståelse af grundlæggende fysiske og kemiske begreber.*" [Fælles Mål 2009, faghæfte 16, s. 3]. Set i forhold til formålet for faget fysik/kemi fra 2003, hvor eleven blot skal have "*indsigt og viden om forskellige fysiske og kemiske forhold*" [Fælles Mål 2003, faghæfte 16], er der nu et mere specifikt krav om basale faglige færdigheder.

Der er altså både tråde der trækker imod fysik/kemi som videnskabsfag og som dannelsesfag. Svein Sjøberg argumenterer ud fra *økonomi-, nytte-, demokrati- og kulturargumentet* for at naturfag i skolen både er et videnskabsfag og dannelsesfag.

1. *Økonomiargumentet*: naturfag som lønsom forberedelse til erhverv og uddannelse i et højteknologisk og videnskabsbaseret samfund
2. *Nytteargumentet*: naturfag til praktisk mestring af dagliglivet i et moderne samfund

---

<sup>2</sup> Programme for International Student Assessment

<sup>3</sup> The Relevans of Science Education

3. *Demokratiargumentet*: naturvidenskabelig kundskab er vigtig for oplyst meningsdannelse og ansvarlig deltagelse i demokratiet

4. *Kulturargumentet*: naturvidenskaben er en vigtig del af menneskets kultur

[Sjøberg 2005, s. 181]

Disse argumenter for naturfag og deriblandt faget fysik/kemi, stemmer godt overens med de krav der stilles i formålet for folkeskolen og det må i sig selv være argumentation nok for at have faget i folkeskolen både som et videnskabsfag og et dannelses fag.

### **Arbejdsformer i fysik/kemi undervisningen**

I afsnittet naturfagligintelligens blev det bemærket, at der stilles mange forskelligartede krav til eleverne i fysik/kemi undervisningen. Jens Dolin udtrykker det således, hvor jeg frit har fremhævet de krav, jeg mener der falder ind under Fælles Mål for faget fysik/kemi:

*Eleverne skal have **kendskab til de grundlæggende begreber**... At have kendskab til vil bl.a. sige at vide, **hvad begreberne definitions-mæssigt dækker over**, og at kunne **relatere begreberne til hinanden**. Men også at kunne **bruge dem i en eksperimentel opstilling**. At kunne **gennemføre nogle målinger på konkrete genstande** hvilket stiller krav om **praktiske evner og brug af måleinstrumenter**. De skal **kende enhederne og have fornemmelse for størrelsesforhold**. De skal kunne **systematisere deres måleresultater** og kunne tegne grafer og kurver ud fra dem. De skal kunne opstille de ligninger som graferne er en afbildning af. De skal **kunne bruge denne viden til at løse opgaver inden for emnet**. Dvs. de skal kunne **danne sig billeder af nye problemer og anvende fagområdet begreber på dem**. Dette kræver ofte, at de har dannet sig en analogi eller et billede af de vigtigste begreber, fænomener og sammenhænge [Dolin 2001, s. 103].*

Selvom disse krav henvender sig til eleverne i fysik undervisningen på gymnasiet niveau, mener jeg, at mange af de samme kan genkendes i slutmål for faget fysik/kemi efter 9. klassetrin [Fælles Mål, faghæfte 16].

Jens Dolin nævner, at han er inspireret af begrebet repræsentationsformer, i et forsøg på at klargøre de mange forskellige måder man kan arbejde med og forstå fysik. I sin beskrivelse af repræsentationsformer, er Jesper Dolin inspireret af bl.a. Jerome Bruner og Wolff-Michael Roth<sup>4</sup> [Dolin 2001, s. 103-106]. Begrebet repræsentationsformer defineres, som forskellige former for viden om det samme fænomen eller den samme fysiske begivenhed [Dolin 2001, s.

---

<sup>4</sup> De forskellige definitioner behandles ikke yderligere i dette bachelorprojekt, da Dolins opstilling af repræsentationsformer er tilstrækkelig i dette tilfælde.

104]. Dolin tilføjer med baggrund i egne erfaringer og observationer to repræsentationsformer udover de fem Roth har opstillet [Dolin 2001, s. 105-111]. Disse syv repræsentationsformer er et udtryk for hvilke tilgange der er væsentlige at omfatte i fysik undervisningen for, at eleverne kan opnå en bred forståelse for faget.

Et sammendrag af hovedpunkterne fra Dolin's repræsentationsformer fremstilles således:

**Fænomenologisk repræsentation:** En beskrivelse af det fænomen eller den begivenhed man analyserer. Hvad sker der? Hvad kan vi observere direkte?  
**Eksperimentel repræsentation:** Indeholder viden om det anvendte materiel, måleinstrumenter, software o.l. Hvilke muligheder og begrænsninger har en given forsøgsopstilling?  
**Deskriptiv repræsentation:** Består af de tabeller, grafer o.l. der kan fremstilles på basis af indsamlede data og indfanger derfor også en vis matematisk bearbejdning af fænomenet.  
**Matematisk symbolsk repræsentation:** Dannes af de funktioner som beskriver data sættene og de manipulationer man kan foretage på funktionerne (som fx deres afledede).  
**Begrebsmæssig repræsentation:** Består af de love, begreber, generalisationer, teorier som kan forklare de observerede fænomener.  
**Billedlig repræsentation:** Egne mentale billeder af fænomenet eller begivenheden. Analogimodeller og metaforer vil høre herunder.  
**Kinæstetisk repræsentation:** Den bevægelsesmæssige opfattelse af et fænomen udtrykt som kropslig handling.

[Dolin 2001, s. 105-111]

Tilrettelægger man undervisningen i fysik/kemi med disse repræsentationsformer og elevernes forudsætninger i baghovedet, mener jeg, at man er et godt stykke af vejen for at opfylde væsentlige krav fra Fælles Mål.

Naturfagene adskiller sig især fra andre skolefag gennem praktisk og eksperimentelt arbejde [Sjøberg 2005, s. 437]. I og med der i Fælles Mål for faget fysik/kemi stilles krav om, at eleverne har *fortrolighed med naturvidenskabelige arbejdsformer og betragtningsmåder* [Fælles Mål, faghæfter 16, s. 3], må det være argumentation nok for praktisk og eksperimentelt arbejde i faget fysik/kemi i folkeskolen, da dette netop er kendetegnet for arbejdsformen i videnskabsfagene fysik og kemi [Sjøberg 2005, s. 437]. En anden argumentation, kan komme ud fra en mere didaktisk betragtning, nemlig det, at praktisk og eksperimentelt arbejde stimulerer elevernes motivation for læring og har derved en positiv indvirkning på elevernes udvikling. Det skal dog samtidig nævnes, at praktisk og eksperimentelt arbejde kan have mange ansigter og forskellige mål. Om praktisk og eksperimentelt arbejde er godt eller skidt, må derfor vurderes ud fra konteksten [Sjøberg 2005, s. 439].

## Empiri

I dette afsnit præsenteres først et udvalg af de undervisningsplaner der er udarbejdet til Master Class forløbene i efteråret 2009. Derefter beskrives den anvendte observationsform, samt hvilke fordele og ulemper man skal være opmærksom på ved observation på denne måde.

Til sidst beskrives den evalueringsform, der blev benyttet ved afslutningen af Master Class forløbene.

### Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari

Hovedformålet med *Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari* var at eleverne selv skulle være med til at fremstille et brugbart miljørigtigt brændstof fra start til slut. Med det konkrete mål at få en lille motorbåd til at sejle. Undervisningen er tilrettelagt således, at der hver gang arbejdes med et nyt led i proceduren fra halm til bioethanol. Samtidig gennemgås relevant teori og eksperimenter, derudover tages miljømæssige og etiske diskussioner op.

### Undervisningsplaner

Der foreligger ikke undervisningsplaner med mål og formål, men derimod, hvad man kan betegne som tids- og indholdsplaner. To uddrag af den samlede plan for *Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari* ses neden for:

Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari 1. gang. Uge 43, Mandag den 19. oktober				Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari 5. gang. Uge 47, mandag den 16. november.			
Dagens program:				Dagens program:			
	Tid:	Kort beskrivelse:	Materialer:		Tid:	Kort beskrivelse:	Materialer:
Præsentation og Velkomst (E)	1600 - 1610	Hvad er Masterclass		Velkommen + opsamling fra sidst.	1600 - 1615	Opsamling på gær. Dagens program: destillering. Glykosticks fra ugens gang vises frem. Pointe: glukosekonc. falder.	
Energi/Show (E og J)	1610 - 1630	Snak om energibegreber og energisystemer	PowerPointshow Materialer	Alkoholforsøg		Alkoholforsøg - kapow: Hvad er det, hvordan virker det? Brændpunkt, Kogepunkt, Smeltepunkt med flydende nitrogen. Andre brændstoffer: Benzin, diesel, vodka	
Navneleg (J)	1630 - 1645		En avis og en bold.	Spisning	1730 - 1800		
Tour de X (E)	1645 - 1730		Tour de x papir.	Destillering		Vi destillerer vores opløsninger. Afslutning på case	Destil-leringsgrej
Spisning (J)	1730 - 18:00			Afslutning	1850 - 1900	Opsamling på dagens pointer. Status på ethanolproduktion. Næste uges program	
Klima-snak. (E)	1800 - 1830	Gruppearbejde	Dampmaskine + CO2 opsamler + Drivhuseffekt.				
Forstøvningsprincip. Lille scene (J)	1830 - 1845	Gruppearbejde	Papir, salt, sprit, sugerør, ballon, mel, hårtørre, snor, saks,				
Plan og præsentation	1845 - 1900		PowerPointshow				

Disse planer siger umiddelbart mest om de faglige emner der bliver berørt i undervisningen, men sammenholdt med mine observationer fra undervisning og tidligere gennemgåede læringsteori, er det muligt at analysere sig frem til hvordan undervisningen er opbygget.

### Løbende observationer

De løbende observationer af forløbet "*Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari*" er som nævnt i metoden foregået ved observation af første orden, med høj grad af åbenhed og lav grad af deltagelse [Bjørndal 2007, s. 34,51]. Fordelen ved denne form for observation, er at den giver den bedste forudsætning for at opfange interessante informationer og få dem gengivet så nøjagtigt og objektivt så muligt. [Bjørndal 2007, s. 52]. Det var væsentlig for mig, at både elever og undervisere fra start vidste hvem jeg var og hvilket formål jeg havde. Underviserne har jeg arbejdet sammen med i længere tid omkring udviklingen af Master Class forløbene, så de havde på forhånd et godt kendskab til mig og mit bachelorprojekt. Jeg præsenterede mig selv overfor eleverne ved starten af første undervisningsgang og fortalte, hvorfor jeg sad med på sidelinjen og hvilket formål jeg havde med mine observationer. Det var dog et meget overordnet formål



jeg præsenterede, da jeg fra start ikke havde fastlagt nogle konkrete observationspunkter. Jeg vidste at jeg skulle observere flere undervisningsgange, derfor startede jeg med ustruktureret observation og med et bredt fokus, for efterfølgende at spore mig ind på nogle mere konkrete forhold at fokusere på [Bjørndal 2007, s. 57]. De fokuspunkter jeg undervejs fandt mest interessant og relevant har ledt til følgende observationsguide:

### 1. Elevernes motivation

- Er eleverne aktivt deltagende?
- Hvordan er fremmødet? (deltagelsen er frivillig)

### 2. Undervisningsformen

- Hvordan er undervisningen opbygget?
- Er der kontinuitet og progression fra gang til gang?

### 3. Underviserens engagement

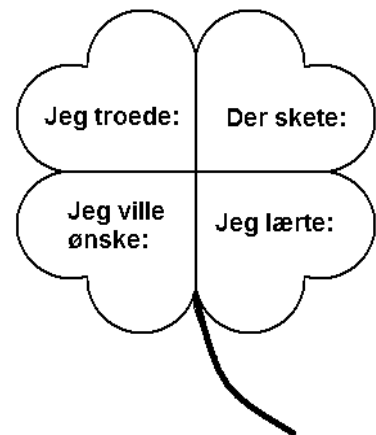
- Viser underviseren interesse i planlægning og udførelse af undervisningen?
- Anerkender underviseren eleverne som enkelt individer?

Et sammendrag af mine observationer fra undervisningen er vedlagt Bilag 1.

## Evaluering

Helt konkret forgik evalueringen ved, at der var opsat en kløver, med starten på fire sætninger som vist i figur 4. Eleverne fortsatte hver især disse sætninger på post-it sedler i respektive farver. De satte deres bidrag op på tavlen efterhånden som de var færdige og havde lov til at læse hinandens når man havde skrevet sin egen. Derefter fremhævede Helene enkelte bidrag og brugte dem som indgangsvinkel til en fællesdiskussion.

Jeg havde udelukkende en rolle som observatør og deltog derfor som "fluen på væggen"



Et sammendrag af mine observationer fra evalueringen og et uddrag af elevernes udtalelser er vedlagt i hhv. Bilag 1 og 2.

Figur 3 Egen illustration af evalueringværktøj

## Analyse

Analysen struktureres ved hjælp af temaerne i observationsguiden og derigennem besvares underspørgsmålene i problemformuleringen.

### Elevernes motivation

Flerfaktorteorien samt læringstrekanten arbejder begge med motivation som en væsentlig del af det at lære. "Det er lysten der driver værket "[Illeris 2001, s. 9]. Observationerne fra undervisningen viser, at eleverne i høj grad er motiverede. For det første tolker jeg et massivt fremmøde meget positivt i forhold til elevernes motivation og engagement. Eleverne deltager på frivillig basis, dukker op hver gang og har lyst til at deltage aktivt. For det andet deltager alle

elever generelt aktivt i undervisningen. De stiller opklarende spørgsmål undervejs og er ikke bange for at spørge, mens underviseren holder et oplæg. De følger med og er klar til og har lyst til at svare på spørgsmål fra underviseren. Dette stemmer overens med, at motivation ifølge Dansk Pædagogisk Ordbog netop er kendetegnet ved elevens interesse og energi i undervisningen.

Flere udsagn fra elever taler både for, at de havde motivation for at deltage før forløbets start og at elevens motivation for læring blev fastholdt undervejs i Master Class forløbet. F.eks. udtrykker en elev under "Jeg troede": *"Det var som det jeg troede det ville blive, sjovt, spændene, anderledes osv."* Et andet udsagn fortæller, at eleven har fået stimuleret dennes potentialer og interesser undervejs og dermed fået vagt motivationen for faget. Eleven udtrykker under "Det skete": *"Mere end jeg havde forventet. Vi lavede en masse forsøg bl.a. om tryk og temperaturer, og lærte også en masse"*

Ole Kyed har som nævnt påvist, at højt begavede elever der mangler udfordringer, nemt kommer til at udvikle en negativ adfærd i undervisningssituationen. Jeg har gennem observationerne fra undervisningen langt fra oplevet, at eleverne udviklede en forstyrrende eller negativ adfærd, tvært imod. Dette kan ydermere tyde på, at eleverne har været motiverede og er blevet mødt med passende udfordringer fagligt. Samtidig skal det siges at flere elever under evalueringen ytrede ønske om et højere fagligt niveau og mere dybdegående teoretiske ekspertoplæg. Dette ønske kan være et udtryk for, at eleverne var klar til at få flere repræsentationsformer i spil i forhold til emnet. At eleverne ikke i dette tilfælde har mistet motivationen, kan bl.a. skyldes en anderledes undervisningsform, underviserens engagement eller nye spændende rammer, som efter min vurdering er nogle af de elementer der skal til for at stimulere elevens motivation for faget. Derudover kan det være motiverende at møde andre på samme niveau som en selv. Alle har brug for at skabe deres identitet og denne proces påvirkes i høj grad af elevens relationer i skolen. Derfor kan det være svært at finde sin identitet, hvis man ikke kan spejle sig i sine klassekammerater [Kyed og Baltzer 2005]. Flere elever giver udtryk for at de er glade for at møde andre med samme interesser inden for fysik/kemi som dem selv. Bl.a. udtaler en elev under "Der skete": *"Jeg mødte en masse personer, som også interesserede sig for det samme som mig"*.

Mine observationer indeholder vidnesbyrd om elever med stor aktivitet, målrettethed og spørgelyst. Udover at være tegn på motivation, stemmer disse karakteristika overens med nogle af Lanni Kanevski's kendetegn for elever med særlige forudsætninger (se tidligere afsnit). Dog er der visse elementer i mine observationer af undervisningen og evalueringen der ikke stemmer overens med elevernes egne udsagn fra evalueringen. Jeg iagttog flere karakteristika for høj begavelse hos flere af eleverne, men ved gennemlæsning af elevernes

udsagn fremgår det, at flere giver udtryk for, at det blot har været sjovt at deltage i Master Class. F.eks. udtaler en elev, under "Det skete": "*Vi havde det hyggeligt, og der var også andre piger på holdet.*". Dette tyder på at ikke alle elever der deltog i projektet, tilhører kategorien "*elever med særlige forudsætninger*"

## **Undervisningsformen**

I det følgende analyseres de tre forhold jeg specielt har bidt mærke i forhold til planlægningen af undervisningen: *alsidighed, kontinuitet og arbejdsform ved eksperimenter.*

### **Alsidighed**

I formålet for faget fysik/kemi står der at "*Undervisningen skal anvende varierede arbejdsformer...*" [Fælles Mål 2009, faghæfte 16, s. 3]. Selvom undervisningen i Master Class projektet ikke lovmæssigt har en forpligtigelse til at opfylde kravene fra Fælles Mål, er der ingen grund til ikke at gøre brug af de erfaringer der gennem lang tid er indsamlet i den danske folkeskole. Ud fra undervisningsplanerne, mine observationer og evalueringen er det tydeligt at undervisningen i forløbet *Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari* bygger på alsidighed. I de to uddrag af undervisningsplanen som er gengivet tidligere, er der alene anvendt fire forskellige arbejdsformer: læreroplæg, gruppearbejde, fællesforsøg og klasses Diskussion. Derudover kan jeg gennem mine observationer konstatere at der blev lagt vægt på elevfremlæggelser både med fokus på fagligheden og formidlingen. Eleverne selv udtaler bl.a. under "Der skete": "*Vi lavede nogle fede forsøg og vi lavde bioethanol*", "*Lærerne holdt mange oplægt og jeg lærte end del*", "*Vi lavede også en masse eksperimenter*" og "*Det var et meget spændende forløb, jeg kunne specielt godt lide at diskutere om ting jeg før ikke vidste jeg interesserede mig for*". Disse udtalelser bekræfter blot min opfattelse af en alsidig undervisning og at denne virker motiverende på eleverne.

### **Kontinuitet**

Som det fremgår af beskrivelsen af *Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari* var der emnemæssigt en god kontinuitet fra gang til gang. Det var tydeligt for eleverne, at se hvilket hovedformål der var med projektet. Derudover kan det ud fra undervisningsplanerne ses, at der er en opsamling fra sidst og en præsentation af næste uges program. På den måde har elever en bedre chance for bevidst eller ubevidst at huske elementer fra sidst og forberede sig til næste gang. Ziehe arbejder med begrebet refleksivitet, som "*muligheden for at forholde sig til sig selv*" [Illeris 2001 s. 74]. I dette tilfælde henvises der til elevens mulighed for at forholde sig til den viden de har. Et kontinuert forløb som dette kan sammenlignes med byggeklodser, man "bygger" hele tiden ny viden oven på, og ud fra, den eksisterende. Dette er præcis en af hovedpointerne inden for konstruktivistisk tankegang, at ny viden tager udgangspunkt i individets eksisterende viden. [Dolin 2001, s. 174]. Om den nye viden forkastes, læres parallelt med eksisterende viden eller tilegnes ved adaptation (at man ændrer opfattelse og tilpasser sig), som Piaget udtrykker det [Dolin 2001, s. 174], afhænger i sagens natur af den givne situation. Det vigtige her er, at der er skabt et rum for refleksion. På samme måde kan en

opsamling af dagens program, give eleven mulighed for at reflektere over om deres egen viden stemmer overens med det der kommer frem af opsamlingen. Dette kræver selvfølgelig at opsamlingen sker som en fælles proces og ikke gennem envejskommunikation fra lærer til elev.

### **Arbejdsform ved eksperimenter**

Undervisningen er tilrettelagt ud fra proceduren til fremstilling af bioethanol. Udover det praktiske arbejde der ligger i denne fremstilling, inddrages en række andre relaterede eksperimenter. Der fokuseres gennem undervisningen på forskellige tilgange til det eksperimenterende arbejde. Ved de første eksperimenter, der handler om klima, er der opstillet materialer til eleverne, men de har ikke fået nogen forsøgsvejledning. Eleverne skal selv eksperimentere sig frem til nogle relevante pointer i forhold til klima og energiproduktion. I anden omgang er opgaven lidt mere struktureret, materialer er sat frem og eleverne har fået af vide at de skal fremstille en mel kanon og at de skal optimere den så der kommer størst mulig flamme fra den [Bilag 1]. Der i begge tilfælde tale om en konstruktivistisk tilgang til det eksperimentelle arbejde, hvor eleverne selv ud fra egen viden og opdagelser tilegner sig ny viden. Ud fra Vygotskys begreb *zonen for nærmeste udvikling*, kan denne form for mere eller mindre frit eksperimenterende arbejde være med til at stimulere elevernes motivations for læring, da de har mulighed for at tage udgangspunkt i egen eksisterende viden og arbejde i eget tempo, samtidig med, at de kan finde støtte hos andre elever og ikke mindst underviseren. Argumentationen for konstruktivistisk eksperimentelt arbejde kan også findes i Illeris læringstrekant. Alle dimensionerne er i spil og vekselvirker med hinanden. Det kognitive repræsenteres ved elevens eget niveau, det psykodynamiske ved elevens motivation og det sociale ved den frie opgave der er stillet. Et tredje argument for denne arbejdsform kan findes i Dolins repræsentationsformer. Når eleverne selv skal eksperimentere sig frem kræver det bl.a., at de kan beskrive det fænomen og de begivenheder de undersøger – *fænomenologisk repræsentation*, samtidig med at de har en viden om de materialer de anvender – *eksperimentel repræsentation*. Gennem det eksperimentelle arbejde har eleverne ligeledes brug for og mulighed for, at udvikle den *begrebsmæssige* og *billedlige repræsentation*. *Deskriptiv* og *matematisk symbolsk repræsentation* kan komme i spil ved evt. Efterbehandlingen af det eksperimentelle arbejde. Gennem denne betragtning giver det praktisk og eksperimentelle arbejde eleven mulighed for at nærme sig en fuld forståelse af emnet.

### **Underviserens engagement**

I undervisningssituationen kan underviseren betragtes som det Illeris i læringstrekanten kalder samfundet. Underviserens rolle og engagement har dermed stor indflydelse på elevens motivation og udvikling. Det er vigtigt, at underviseren har interesse inden for faget og ikke er bange for at vise denne. Det vil have en positiv indflydelse på eleverne, hvis underviseren har en positiv og åben indstillingen overfor faget, samt en sikkerhed i sin faglige viden, da eleverne derved kan føle en vis tryghed i undervisningssituationen. I mine observationer fra evalueringerne kunne jeg konstatere at flere af eleverne var enige i dette udsagn. En elev

udtrykte det som *"det var gode lærere der har et højere niveau end lærere i skolen – måske fordi de selv er studerende"*. En anden elev udtalte sågar at *"Dem der vælger at blive fysik/kemi lærere (i folkeskolen) er bare kedelige!"* Disse udtalelser kan efter min opfattelse kun bevidne om at dette engagement har været til stedet hos underviserne i Master Class forløbene og eleverne har følt en stor motivation i nye og anderledes undervisere.

Det er dog ikke nok at underviseren har interesse i faget. Det at være en god underviser kræver også at man er opmærksom på den enkelte elev og anerkende dennes bidrag til undervisningen som værdifulde. Som tidligere nævnt kan denne anerkendelse være noget af det elever med særlige forudsætninger mangler i deres dagligdag i folkeskolen. Under et forløb som dette møder eleven både anerkendelse fra underviserne, men bestemt også fra de andre elever. Eleverne kan spejle sig i hinanden, fordi de kan genkende dele af sig selv og deres tankemønstre.

## Diskussion/konklusion

Den danske folkeskole skal ifølge folkeskoleloven rumme udfordringer for alle, så eleverne har lige muligheder for at udvikle sig både på det faglige, sociale og personlige plan [Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, kap 2 §18, januar 2010]. Som det kan læses ud fra følgende citat, er det ikke en let opgave og der findes ikke kun én måde at tackle udfordringen på *"Usikkerheden om rummelighed er stor, alt imens kravet om rummelighed synes at vokse."* [Andersen 2004, side 5 linje 9]. Udfordringerne er store og det er ingen ny erkendelse, at det rummer en række pædagogiske udfordringer at undervise en gruppe elever sammen [Hansen m.fl. 1998, s. 55]. Denne udfordring har man i Danmark gennem folkeskolereformerne i stigende grad forsøgt at imødekomme ved hjælp af Undervisningsdifferentiering [Hansen m.fl. 1998, s. 55].

Master Class projektet på Experimentarium er udviklet som et ekstra tilbud, uden for den normale skolegang, til eleverne med særlige forudsætninger. I lyset af mine observationer i dette bachelorprojekt, vurderer jeg at deltagelsen i Master Class var positivt stimulerende for elevernes motivation for faget fysik/kemi. Trods den positive indflydelse er det spørgsmålet om det er den rigtige måde at skabe rummelighed for elever med særlige forudsætninger? Ved at henvise elever til Master Class uden for skolen, er der frem for en inklusion af eleverne i klasserummet, nærmere tale om en eksklusion. Da samarbejde og omverdenens inputs er en væsentlig del af princippet i undervisningsdifferentiering [Hansen m.fl. 1998, s. 67], kan man med rette sige, at Master Class i sin nuværende form strider imod hensigten med rummelighed som folkeskolen ser ud i dag.

Det er dog min vurdering, at man som folkeskolelære kan lade sig inspirere af undervisnings- og arbejdsformen ved Master Class. Den alsidige tilgang til undervisningen i Master Class

stemmer godt overens med kravet om rummelighed og undervisningsdifferentiering i folkeskolen. Udover at de naturvidenskabelige arbejdsformer er dækket ind ved forskellige repræsentationsformer, henvender undervisningen sig til flere forskellige af Gardners intelligenser. En grund til, at undervisningen specielt henvender sig til elever med særlige forudsætninger, er at den giver eleverne mulighed for at arbejde inden for deres zone for nærmeste udvikling. Med den faglig eksperthjælp inden for rækkevidde har eleverne mulighed for at udvikle og udnytte deres potentialer såsom at lære hurtigt, tænke og ræsonnere abstrakt og arbejde på et højt aktivitetsniveau. Gennem mine observationer er det min subjektive vurdering, at det fungerer rigtigt godt at bygge undervisningen op efter delementerne i fremstillingen af bioethanol. Eleverne fandt det interessant og kunne hele tiden finde tilbage til undervisningen mål.

Derudover mener jeg, at skolen som institution, kan lade sig inspirere af de rammer Master Class undervisningen er foregået i. Man kunne f.eks. implementere en frivillig undervisning, umiddelbart i forlængelse af den normale fysik/kemi undervisning, hvor elever med særlige forudsætninger havde mulighed for at arbejde mere avanceret og dybdegående i længere tid, men samtidig være inden for skolens rammer. Dette er ifølge mine observationer noget af det eleverne savnede i folkeskolen og kunne have ønsket sig endnu mere af i Master Class. Et sådan tilbud vil selvfølgelig kræve resurser, men jeg er af samme overbevisning som Freeman, at *"særlig tilrettelagte undervisningsprogrammer for velbegavede elever er med til at løfte hele klassens gennemsnit"* [Kyed og Baltzer 2005, s. 215]. Når eleverne føler sig udfordret og anerkendt, er der, bl.a. ifølge Ole Kyed og Olga Dysthe ikke så stor risiko for at de udvikler dårlige arbejdsvaner, der kan virke forstyrrende i klasserummet og dermed kan disse elever i stedet blive en positiv resurse i klasserummet.

Under mine observationer, blev jeg opmærksom på vigtigheden af, at eleverne udpeges rigtigt til sådanne undervisningstilbud. Det er mit indtryk, at nogle elever deltog fordi det var sjovt og deres kammerater deltog og at dette betød, at det faglige niveau ikke blev hævet så meget over folkeskole niveau, som andre elever kunne have ønsket. Det kan diskuteres om der udelukkende skal udvælges på baggrund af faglige kompetencer, eller det f.eks. er okay hvis eleven har motivationen for faget og lysten til at lære nyt. Jeg henviser til, at man i høj grad lader sig inspirere af de karakteristika Lanni Kanevski har opstillet for elever med særlige forudsætninger.

For at svare på problemformuleringen mener jeg, at man som folkeskolelærer i høj grad kan lade sig inspirere af arbejds- og undervisningsformen fra Master Class, i forsøget på at opfylde kravet om rummelighed og undervisningsdifferentiering i den daglige undervisning også i forhold til elever med særlige forudsætninger. Derudover er det min overbevisning, at skolen som institution bør lade sig inspirere af rammerne omkring Master Class.

## Litteraturliste

- Andersen, Jens, *Den rummelige skole – et fælles ansvar*, Krohs Forlag 2004
- Baltzer, Kirsten, *Elever med særlige forudsætninger – skolens arbejde med talentpleje*, tidsskriftet KvaN nr. 75 august 2006
- Bekendtgørelse af lov om folkeskolen*,  
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=125580>, januar 2010
- Bjørndal, Cato R. P., *Det vurderende øje*, dansk udgave forlaget Klim 2003, 1. udgave 2. oplag 2007
- Dysthe, Olga, *Det flerstemmige klasserum*, Forlaget Klim 1997, kap 3 Teoriforankring
- Hansen, Mogens, *Skolens rummelighed – intelligens, undervisning og læring*, 2. Udgave, Billesø og Baltzer 2005
- Hansen, Mogens, Poul Thomsen og Ole Varming, *Psykologisk-pædagogisk ordbog*, Hans Reitzels Forlag 15. udgave 2005
- Hansen, Vagn Rabøl, Michael Wahl Andersen og Ole Robenhagen, *Lærprocesser, potentialer og undervisningsdifferentiering*, Danmarks Pædagogiske Institut 1998
- Illeris, Knud, *Læring*, Roskilde Universitetsforlag 2001 (a), Kap. 12 *Overblik*
- Illeris, Knud, *Læring og læreroller*, Unge Pædagoger nr. 8 2001 (b)
- Kyed, Ole og Kirsten Baltzer, *Undervisning af elever med særlige forudsætninger*, 2. reviderede og udvidede udgave, Kroghs forlag 2005
- Laursen, Per Fibæk, *Gardner revurderet*, Unge Pædagoger nr. 4 2001
- Laursen, Sheena og Asger Høeg, *Fra udvikling til forankring – konference på Experimentarium*, 17 december 2009
- Mönks, Franz J. og Irene H. Ypenburg, *Vores barn er højtbegavet*, Dansk Psykologisk Forlag 2006
- Nielsen, Vagn Oluf, *Folkeskolen i 100 år – kampen om struktur og indhold*, undervisningsministeriets tidsskrift Uddannelse nr. 9, november 2003,
- Raffan, Johanna, *foredrag om talentfulde elever*, Gentofte kommune, Danmark 2009
- Sjøberg, Svein, *Naturfag som almindelse – en kritisk fagdidaktik*, forlaget Klim 2005, dansk udgave
- Thomsen, Poul V., *Den unaturlige naturvidenskab*, Kvan. Årg. 18, nr. 52 1998, S. 56-68
- Undervisningsministeriet, *Fælles Mål 2009 Fysik/kemi*, faghæfte 16
- Wikipedia, januar 2010, [http://en.wikipedia.org/wiki/Master\\_class](http://en.wikipedia.org/wiki/Master_class)

## Bilag 1 Sammen drag af løbende observationer

*"Blomstrende Brændstof til Fremtidens Ferrari"*

### Elevernes motivation

- Stor aktivitet hos eleverne. Deltager ved spørgsmål, i diskussioner og gruppearbejde? De stiller mange opklarende spørgsmål undervejs og er ikke bange for at spørge mens underviseren holder et oplæg. De følger med og er klar til at/har lyst til at svare på spørgsmål fra underviseren.
- Fremmøde – stort set alle elever deltog i alle undervisningsgangene. De enkelte der udeblev var pga. sygdom eller vigtige aftaler i forbindelse med andre fritidsinteresser (konkurrencer)
- Elevernes indstilling overfor undervisere og undervisningen
- Eleverne holder sig vågne, selvom undervisningen lå fra 16-17. Temmelig sent efter en i forvejen lang skoledag.

### Undervisningsformen

- Oplæg fra underviser (tavleundervisning)
- Gruppearbejde omkring eksperimenter, primært åbne opgaver
- Par arbejde omkring eksperimenter
- Fællesforsøg, primært lærerstyrede forsøg – lukkede opgaver
- Fremlæggelse af eksperimenter
- Gruppe arbejde omkring formidling
- Fælles opgaver/lege omkring formidling
- Par arbejde omkring informationssøgning

Alle undervisningsgangene har været præget af flere forskellige arbejdsformer. Det har været en vigtig pointe for underviserne at eleverne ikke skulle føle undervisningen som ekstra timer i skolen, men derimod som spændene og alternativ måde at arbejde med naturvidenskab. Derudover var det vigtigt at eleverne følte at der blev arbejdet på deres niveau.

Den første undervisningsgang gennemføres der eksperimenter af to omgange. De første eksperimenter handler om klima og udføres i mindre grupper. Der er opstillet materialer til eleverne, men de har ikke fået nogen forsøgsvejledning. Eleverne skal selv eksperimentere sig frem og komme frem til nogle relevante pointer i forhold til klima og energiproduktion. Anden gang er materialer ligeledes sat frem og eleverne har denne gang fået af vide at de skal fremstille en mel kanon og at de skal optimere den så der kommer størst mulig flamme fra den. Ser man nærmere på 5. Undervisningsgang, hvor der arbejdes med brændpunkt, kogepunkt og smeltepunkt, er disse forsøg mere lærerstyrede. De enkelte grupper får en nøje beskrivelse af de forsøg, de skal udfører.

### Underviserens engagement

- Engagement i undervisningen
- Variation i undervisningen
- Engagement i eleverne, som individer
- Forberedelse og opsamling fra gang til gang



## Bilag 2 Sammendrag af observationer fra evaluering

### Eleverne ville ønske

- Mere "hands on" mindre oplæg (modstrider andre ønsker!)
- Mere teori, så niveauet bliver højere. Flere nikker genkendende til dette og vil gerne arbejde mere dybdegående. *(Dette stemmer overens med udtalelser fra andre MC hold, der er et generelt ønske om højere niveau. Flere har ytret at de gerne vil have flere og længere teoretiske ekspertoplæg.*
- En ønsker hjemme arbejde, så undervisningen kan blive mere avanceret. Det skal være frivilligt.
  - Fordele → nogen kan "få lov"/ få stillet deres lyst til at gå mere i dybden.
  - Ulemper → ikke alle vil være på samme niveau efterfølgende.
- Det varede længere tid, så det kunne blive mere avanceret og dybdegående.
- At det var opdelt efter ambitioner og dermed niveau. *(igen ud fra et ønske om højere niveau. Flere mente at der var for stort et spændt i niveau og ambitioner. Nogle henviste til at de var 8 og 9. Klasser sammen, men det var nok for at have noget at hænge deres udtalelse op på. Det bundede mere i forskellige ambitioner og interesser.)*
- Det var gode lærer der har et højere niveau end lærer i skolen – måske fordi de selv er studerende.
- Man lærer mere end i skolen.
- Man møder nye mennesker
- Vi lærte noget om miljø, "men det er nok ikke noget der ville trække andre til."

### Udtalelser fra elever

- Det var rart, sjovt og interessant at møde andre der har samme interesser som en selv. Hjemme på skolen er det ikke alle i klassen der synes fysik er sjovt.
- Troede det var for kloge mennesker, men det var sjovt. *(typisk at elever sammenholder, det at de lærer noget, med at det er kedeligt. Det er en ærgerlig sammenligning, man kan godt lære mens det er sjovt! (Helene))*
- Der var mere teori end i skolen og samtidig forsøg der beskriver teorien bedre.
- Dem der vælger at blive fysik/kemi lærer er bare kedelige!

### Ville I melde jer en anden gang?

- De fleste sagde umiddelbart nej, men det bundede i at de skal til afgangseksamen til foråret hvor næsten forløb kører. Hvis de ikke skulle til eksamen ville de gerne deltage på et nyt hold. Eller et "fortsætter" hold. *(Nogle udtalte at de gerne ville deltage på et hold, der arbejder med de klassiske emner i folkeskolen, som en forberedelse til eksamen!)*

### Hvordan ville du anbefale det til andre?

- Jeg ville ikke anbefale det! Fordi ingen af mine venner synes fysik er sjovt. (Rasmus)
- At det var sjovt, spændende, eksperimenterende.
- Sjovt, men ikke så højt niveau ift. 9.klasse.

## **Bilag 3 sammendrag af elevudtalelser fra evalueringerne**