

# Mindstorms i læreruddannelsen



"Jeg er fuldstændig sikker på, at mine studerende i de seks timer de var i LEGO Education Centeret har lært mere pædagogik, om læring i naturvidenskab end jeg - med alle mine anstrengelser - selv kunne have lært dem ved at stå ved tavlen og undervise dem."

## **Abstrakt.**

I dette masterprojekt har jeg ved hjælp af empiriske undersøgelser, iagttagelser, litteraturstudier og analyser af undervisningsforløb belyst undervisningsteknologien LEGO Mindstorms undervisningspotentiale i naturfagene og de pædagogiske fag på Læreruddannelsen i Silkeborg. Det er belyst, at LEGO Mindstorms kan synliggøre fagenes teoretiske elementer, så det er muligt at undervise i teorielementer med tydelige indhold af praksis.

Søren Wilhelmsen

Studienummer: 20080988

Antal anslag: 125678

Vejleder:

Jørgen Lerche Nielsen

## Forord

Indeværende projekt, der er afslutningsprojektet på MIL studiet, behandler LEGO Mindstorms læringspotentiale i læreruddannelsen.

Projektet er udarbejdet i forårmånederne i 2010.

Mine kolleger, nærmeste omgangskreds, børn, barnebarn og sidst og ikke mindst min forlovede fortjener stor tak for den udviste tålmod, når jeg blev fjern i blikket, indesluttet og ikke reagerede på henvendelser.

Også en stor tak til Helena Nielsen, Per Christensen og Lars Due Juhre for et rigtig godt samarbejde over de to år, hvor MIL studiet har gjort et stort indhug i vores fritid, også tak for tips og råd i mandagssamtalerne på Skype.

Jeg vil også gerne takke min vejleder Jørgen Lerche Nielsen for den konstruktive vejledning, der løbende holdt mit projekt på sporet.

### Forside

Foto af studerende der arbejder koncentreret med at bygge en robot. Eget foto.

Citat af Lektor Per Søndergård (bilag 1 l161).



Eleverne bygger en robot, der skal bruges til udforskning af Legonus. Eget foto

# Indholdsfortegnelse

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. Summary .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>A. Mindstorms in College of Education.....</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>II. Indledning .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>A. En turtle bliver født - historien om Mindstorms .....</b>     | <b>4</b>  |
| <b>III. Problemfelt og problemformulering .....</b>                 | <b>7</b>  |
| <b>A. Problemfelt.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>B. Problemformulering.....</b>                                   | <b>8</b>  |
| 1. Henvisninger .....   | 9         |
| <b>IV. Teoretiske positioner.....</b>                               | <b>9</b>  |
| <b>A. Læring.....</b>   | <b>9</b>  |
| 1. Hvordan bliver man klogere .....                                 | 10        |
| <b>B. Didaktik.....</b>   | <b>11</b> |
| a. Studerendes forudsætninger.....                                  | 11        |
| b. Rammefaktorer .....  | 11        |
| c. Mål .....  | 12        |
| d. Indhold .....  | 12        |
| e. Læreprocessen.....   | 12        |
| f. Evaluering.....  | 12        |
| <b>C. Dobbelt didaktisk perspektiv .....</b>                        | <b>13</b> |
| <b>D. Tre læringsrum .....</b>                                      | <b>13</b> |
| <b>V. Metode.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>A. Cases .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>B. Interview .....</b>   | <b>14</b> |
| 1. Self-ethnography - interview af kolleger og egne studerende..... | 15        |
| 2. Forskningsinterview .....  | 15        |
| 3. Det semistrukturerede livsverdensinterview .....                 | 16        |
| 4. Faser af interviewundersøgelsen .....                            | 17        |
| a. Interview.....   | 17        |
| b. Transskribering .....  | 17        |
| c. Analyse.....   | 17        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5. Informantgrupperne .....                                       | 18        |
| <b>C. Litteraturstudier. ....</b>                                 | <b>18</b> |
| <b>VI. Undervisningsforløb med LEGO Mindstorms .....</b>          | <b>19</b> |
| <b>A. Pædagogiske teorier og praksis.....</b>                     | <b>19</b> |
| 1. Case A - Synliggørelse af pædagogiske teorier. ....            | 19        |
| a. Undervisningsforløbet.....                                     | 19        |
| <b>B. Praksisforløb for lærerstuderende.....</b>                  | <b>21</b> |
| 1. Case B - Mission til Mars .....                                | 22        |
| a. Undervisningsforløbet.....                                     | 22        |
| 2. Case C - Udforskning af Legonus .....                          | 24        |
| a. Undervisningsforløbet.....                                     | 24        |
| <b>VII. Analyse af undervisningsforløb.....</b>                   | <b>25</b> |
| <b>A. Vidensformer .....</b>                                      | <b>25</b> |
| a. Batesons teori om vidensformer .....                           | 26        |
| b. Fra kompetence til kreativitet.....                            | 26        |
| c. Batesons læringsniveauer.....                                  | 27        |
| <b>B. Flow .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>C. Zonen for den nærmeste udvikling .....</b>                  | <b>32</b> |
| <b>D. Den naturvidenskabelige arbejdsmetode .....</b>             | <b>32</b> |
| <b>E. Konstruktivisme .....</b>                                   | <b>35</b> |
| 1. Socialkonstruktivisme .....                                    | 36        |
| <b>F. Konstruktionisme .....</b>                                  | <b>36</b> |
| 1. Socialkonstruktionisme .....                                   | 37        |
| <b>G. Projektarbejdsformen.....</b>                               | <b>37</b> |
| <b>H. Classroom management.....</b>                               | <b>38</b> |
| <b>I. Storyline-metoden .....</b>                                 | <b>40</b> |
| <b>VIII. Konklusion .....</b>                                     | <b>42</b> |
| <b>A. Teorier og metoder, der synliggør teori og praksis.....</b> | <b>42</b> |
| a. Vidensformer.....  | 42        |
| b. Flow .....   | 43        |
| c. Zonen for den nærmeste udvikling .....                         | 43        |
| d. Den naturvidenskabelige arbejdsmetode .....                    | 43        |
| e. Konstruktivisme .....  | 43        |
| f. Konstruktionisme .....   | 44        |

|   |           |
|---|-----------|
| g. Projektarbejdsformen.....                  | 44        |
| h. Classroom management.....                  | 45        |
| i. Storyline-metoden .....                    | 45        |
| <b>B. Perspektivering .....</b>               | <b>45</b> |
| <b>IX. Refleksion.....</b>                    | <b>46</b> |
| <b>A. Interview kræver øvelse .....</b>       | <b>46</b> |
| <b>B. Nye perspektiver på samarbejde.....</b> | <b>46</b> |
| <b>C. Et solidt fundament .....</b>           | <b>46</b> |
| <b>X. Litteraturliste.....</b>                | <b>47</b> |
| <b>A. Figuroversigt.....</b>                  | <b>48</b> |
| <b>B. Bilagsoversigt.....</b>                 | <b>49</b> |

## I. Summary

### A. Mindstorms in College of Education

This thesis completes the masters study in ICT and Learning. The object of the assignment was to enlighten and document the application of LEGO Mindstorms as a mean of enhancing the educational environment in educational and science classes at Silkeborg College of Education (SCE).

The lectures in educational sciences at SCE are highly theoretical. During interviews, performed as a part of the thesis, teachers of these classes proved to be highly evident of this fact, and the importance of creating environments where theory and practice correlate. However, within several fields this has proven difficult to accommodate. By the application of LEGO Mindstorms, it is my firm belief that teachers, of educational science, are enabled to join theory and practice, especially when applying the following theories:

- Batesons theory of education levels
- Hans Henrik Koops description of the theory of flow
- Vygotskij with Zone of Proximal Development
- John Dewey, reflection using the scientific method
- Jean Piagets theory on Constructivism and Socio- constructivism
- Seymour Paperts theory on Constructionism.

Besides these theories the following two subjects were addressed: the project-based work form, based on students daily routines; and Classroom Management, since this, during the interviews, proved to be central to one of the students.

The scientific interviews performed were of the type “det simistrukturerede livsverdensinterview”. These interviews were performed in cooperation with two associate professors and seven students at SCE.

Moreover, these interviews were supported by refined case studies. Combined, this supports the possibility to evaluate the potential of LEGO Mindstorms as a tool for improving the educational environment in educational and natural science. Based on interviews and case studies, it is concluded that lectures, where LEGO Mindstorms plays a central role, has great potential to facilitate the understanding of the previous mentioned theories, by combining theory and practise.

---

## II. Indledning

What did you learn in school today, dear little boy of mine?

I learned that policemen are my friends

I learned that justice never ends

I learned that murderers ...

Spørgsmålet "hvad har du lært i skolen i dag" bliver stillet til elever over hele verden. Drengen i Tom Paxtons sang svarede, hvad der var aktuelt i USA på det tidspunkt, hvor sangen blev skrevet. I dag kan svaret være:

I learned search on the web.

I learned building with LEGO bricks

I learned programming the NXT robot.

De svar, som drengen i dag vil komme med, er et udtryk for de tiltag, der er gjort fra politisk side for at fokusere på it i folkeskolen. Når it skal integreres i folkeskolen er det en logisk nødvendighed, at de lærerstuderende også skal kvalificeres til it-integration igennem deres uddannelse. Ved den sidste revision af læreruddannelsesloven blev det præciseret i § 16 (bilag 9 s. 3).

Læreruddannelsen i Silkeborg har i de sidste femten år haft fokus på it-integration i uddannelsen. Med ansættelse af en it-koordinator i 1995 markerede rektor en ændring af uddannelsens politik på dette område. Der er blevet sat fokus på it-integrationen ved undervisning i og med it i samarbejde med lærere og studerende. Det har bl.a. betydet, at Læreruddannelsen i Silkeborg har deltaget i nationale projekter, der kvalificerer både de studerende og lærere til it-integration.

Undervisningsministeriet lavede i 2001 en stor satsning for at fremme it i grundskolen og ungdomsuddannelserne og bevilgede 320 millioner kroner til ITMF (IT, Medier og Folkeskolen 2001-2004)<sup>1</sup> projektet. Dette projekt skulle bl.a. være med til at fremme grundskolelærernes it-kvalifikationer.

ITMF projektet MARS 2003 havde sit udgangspunkt i Silkeborg Seminarium, der med oprettelsen af professionshøjskolerne har ændret navn til Læreruddannelsen i Silkeborg. Projektets arbejdsgruppe var sammensat af undervisere og it-koordinatorer fra læreruddannelsen, en medarbejder ved El-museet i Tange samt en lærer fra Silkeborg Kommune. En lærer fra læreruddannelsen var også centralt placeret i styregruppen for projektet Mars 2003 (Buch & Sølberg, 2004, s. 5). I dette projekt spillede undervisningsteknologien Mindstorms med programmeringsværktøjet LEGO Robolab en central rolle. I mit arbejde som it-koordinator ved læreruddannelsen havde jeg ansvaret for materialerne til LEGO Mindstorms

---

<sup>1</sup><http://www.uvm.dk/Uddannelse/Folkeskolen/Om%20folkeskolen/Nyheder/Folkeskolen/Udd/Folke/2007/Jun/070621%20Undervisningsministeriet%20satser%20paa%20e-laering.aspx>

og programmeringsværktøjet Robolab. Med de ansvarsområder var det naturligt, at jeg var en del af arbejdsgruppen under ITMF projektet, Mars 2003.

Min interesse for undervisning i og med it startede i 1984. Jeg var folkeskolelærer på Nordre Skole i Silkeborg. På skolen blev der i starten af 1980-erne indkøbt 5 stk. Commodore 10 II computere. Disse computere blev primært brugt til DATA-undervisning. Med det meget primitive tekstbehandlingsprogram, Skriv, blev det muligt for eleverne, at skrive opgaver på computere og derefter printe dem på skolens støjende ninålsprinter. Interessen for computere var stor hos eleverne. I anden klasse skrev de små historier på computere i forbindelse med danskundervisningen. Det havde især en lille gruppe af drengene stor glæde af, da de havde faglige og motoriske problemer, som gik ud over skriveprocessen. Senere blev det til undervisningsforløb i naturfag, matematik, dansk og samfundsfag.

Arbejdet som it-koordinator er meget motiverende og spændende. Der er et bredt samarbejde med faglærere og studerende. Jeg skal primært fokusere på it-integrationen i naturfagene, matematik, billedkunst og hjemkundskab. Personligt har jeg erfaringer fra uddannelsens LEGO Education Center på Læreruddannelsen i Silkeborg, som jeg vil beskrive senere i projektet. Sammen med en kollega der har fokus på de humanistiske fag og pædagogik, arbejder vi på tværs af denne fagopdeling ved at udnytte vores kernekompetencer, hvor der er behov for det.

Læreruddannelsen i Silkeborg har stor fokus på integration af it i læreruddannelsen. I strategier, årsplaner og med målsætningen for studiekompetencer er der opmærksomhed på at skabe en rød tråd igennem uddannelsen, så de 800 studerende og 52 lærere på en progressiv måde kvalificeres til integration af it i undervisningen og i de praktikker, de studerende skal deltage i.

Med den megen opmærksomhed på pædagogisk anvendelse og integration af it, er der klarhed over, at der er uudnyttede potentialer som endnu ikke er taget i brug, hvorfor der er behov for en udvikling, som uddannelsen hele tiden skal have opmærksomhed rettet mod.

### **A. En turtle bliver født - historien om Mindstorms**

Folk lo af Professor Seymour Papert da han i 1960'erne hævdede, at børn kunne blive klogere af at arbejde med computere.<sup>1</sup>

Seymour Papert var pioner omkring forskningen i brug af computeren i undervisningen. Med bogen Mindstorms, der udkom i 1980, introducerede han softwaren LOGO og indsigt i hvordan børn kunne undervises ved brug af computeren.

I dette afsnit vil jeg behandle, hvordan samarbejdet mellem professor Seymour Papert og LEGO Education førte frem til den programmerbare klods. Det vil jeg gøre på baggrund af en samtale med Robert Rasmussen (bilag 11).

De første computere var store som klædeskabe til seks personer. Den teknologiske udvikling gjorde, at computere efterhånden kunne fremstilles, så de ikke var større end en håndkuffert. Computeren blev til en

---

<sup>1</sup> <http://www.papert.org/>



PC, Personal Computer, op gennem 1970-erne - ikke alene blev computeren mindre, prisen blev også mindre. Mindre computere og lavere priser gjorde det muligt for skoler at anskaffe Pc'ere til undervisning.

Med computere i undervisningslokalerne blev Paperts udsagn fra 1960-erne ført ud i virkeligheden.

Børn skal lære computersproget ligesom de skal lære fremmedsprog, og det gøres ved at sætte børnene overfor Pc'erne og lade dem arbejde med dem. Professor Seymour Paperts mente, at kommunikationen med Pc'en kan foregå med et matematikprog og et alfabetprog, hvor brugerne lærer om og med maskinen i det sprog, der vælges at kommunikere i (Papert, 1983 s.11).

Med computersproget LOGO skabte Seymour Pappert et blandt mange sprog til kommunikation med computeren. Missionen for Seymour Papert var, at få børn til "lære" computeren at udføre opgaver. Med LOGO var det muligt at designe genstande på computerskærmen. Genstandene på skærmen udførte så de beskeder, de havde fået. Genstandene på skærmen blev udformet som myrere og grunden var lagt til programmet, Myresnak.

Når myrene skulle bevæge sig hen over skærmen for at tilbagelægge den bane, programmøren (barnet) havde skrevet i sit program, viste det sig oftest, at det ikke lykkedes at få det ønskede resultat første gang. Programmøren skulle nu tænke over, hvad der var forkert ved programmet, revidere programmet og lade myrene udføre beskeden (programmet) igen. Programmøren havde tænkt på, hvad der var forkert i det konkrete tilfælde og ændret det. Det vil sige, at børnene reflekterede over problemet og foreslog en rettelse. Den proces kunne foregå flere gange inden programmet var skrevet rigtigt, så myrerne kunne gennemføre den planlagte opgave.

Arbejdet med computeren som et værktøj til at lade børn gennemgå en læretid som erkendelsesteoretikere var en vigtig pointe i Seymour Paperts arbejde med computeren (Papert, 1983, s. 32). Ved programmeringen konstruerer børnene ny viden ved at reflektere over myrernes bevægelser og ændringerne af programmeringen. "A central theme of Mindstorms is that people seldom get anything exactly right on the first try" (Papert, 1993, s. XIII). John Dewey betegner den tankerække børnene gennemgår som refleksion (Dewey, 2009). Jeg vil senere i dette projekt vende tilbage til refleksion som en vej til læring.

Seymour Papert og medarbejderne ved Media Lab på Massachusetts Institute of Technology (MIT) mødte i midten af 1980-erne topledelsen fra LEGO og LEGO Education. LEGO præsenterede konceptet LEGO Lines for Media Labs leder professor Seymour Papert og phd. studerende Mitchel Resnick. Med presentationen af LEGO Lines og kontrolkoncept i interface A, med tilhørende motorer, så Seymour Papert muligheden for at få det, der havde bevæget sig på skærmen, ud at bevæge sig i det virkelige liv. Der blev derefter lavet en aftale om at lave et spor af LOGO, der hed LEGO TC LOGO i 1986 (Tempel, 1998 Websted). Med LEGO TC LOGO blev samarbejdet mellem LEGO og MIT udvidet og formaliseret. Dette samarbejde medførte, at Seymour Papert i starten af 1990-erne foreslog at lægge en Apple 2e computer ned i en LEGO-klods. På den måde ville det være muligt at fremstille en programmerbar klods.

Phd. studerende på Media Lab Fred Martin og Robert Rasmussen fra LEGO Education samarbejdede om udviklingen af programmerbare klodser. Prototyper blev afprøvet i skoler, så det virkelig blev muligt at konstatere potentialet i den programmerbare LEGO-klods. Robert Rasmussen anbefalede varmt, at den programmerbare klods skulle være en del af LEGO Educations sortiment. Udviklingsarbejdet medførte, at

LEGO anbefalede udviklingen af den programmerbare klods under navnet RCX, som midt i 1990'erne blev "hjernen" i LEGO's Mindstorms teknologi.

RCX blev lanceret til home education under navnet P-brikken, Powerfull Brick. På dette tidspunkt overtog LEGO den videre udvikling af konceptet, men fortsatte sparringen med Medie Lab på MIT.

Professor Chris Rogers fra Tuft University fik kendskab til den udviklede RCX brik og ville skrive et program til programmering af RCX'en ved hjælp af softwaren LABVIEW. Dette ville Chris Rogers bruge til instituttets ingeniørstuderende, så de kunne lære softwaren LABVIEW at kende ved programmering af robotter med RCX brikken.

I første omgang blev det dog ikke LABVIEW, der kommercielt blev udviklet til PC og MAC udgaven til programmering af RCX brikken, med derimod Rich softwaren, der kunne laves ikon baseret, hvad der var et must for at programmet kunne introduceres. Rich softwaren blev efterfølgende fravalgt, da den ikke hurtigt nok kunne udvikles til MAC computerne, der havde en stor markedsandel på det amerikanske marked. Professor Chris Rogers udviklede derefter Robolab baseret på LABVIEW. Det betyder, at det software, der i dag benævnes LEGO Mindstorms Edu, er en videreudvikling af det software, som Chris Rogers udviklede og gav navnet ROBOLAB.

Under arbejdet med udviklingen af RCX'en og den nødvendige software blev det bestemt, at teknologien skulle have betegnelsen "Mindstorms" efter Seymour Paperts bog "Mindstorms - Children, Computers and Powerful Ideas", der udkom i første udgave i 1980.

Børnene konstruerede deres viden ved eksperimenter og refleksion ved brug af computeren og computerens programmer sammen med konkrete artefakter som en turtle eller LEGO klodser (Jeff Burn, 1996). Seymour Papert benævner denne form for konstruktion af egen viden ved hjælp af artefakter som konstruktionisme.

Læreruddannelsen i Silkeborg råder over LEGO Mindstorms med RCX klodsen og LEGO Robolab som programmeringssprog samt LEGO Mindstorms med NXT klodsen. Til programmering af NXT klodsen bruges programmet LEGO Mindstorms edu.



Figur 1 RCX brikken, der er bygget til en kørende robot.



Figur 2 NXT klodsen

### III. Problemfelt og problemformulering

#### A. Problemfelt

Specielt for læreruddannelsen er udfordringen, at uddannelsen skal kvalificere de studerende til at gennemføre undervisning med brug af it, samtidig med at uddannelsen også skal kvalificere de studerende til at gennemføre undervisning med integration af it, når de som dimitterede arbejder i folkeskolen.

Det er et eksempel på det, som Lars Qvortrup betegner som kompleksiteternes kompleksitet, *"... at et system er hyperkomplekst betegner, at det forholder sig til vilkårligheden i sine egne beskrivelser af omverdenen. Det er ikke bare usikkert på sin omverden, men det er usikkert på sin egen usikkerhed"* (Qvortrup, websted).

Kompleksiteten behandles løbende af ledelsen samt læreruddannelsens råd og udvalg. Der arbejdes med, hvilke initiativer der skal tages og gennemføres, for at fremme undervisningen i og med it i professionsuddannelsen til lærer.

Naturfagsundervisningen står centralt i Læreruddannelsen i Silkeborg med næsten 10 pct. af Danmarks lærerstuderende, der i 2009 har valgt linjefag inden for naturfagene, naturteknik, fysik, biologi og geografi (bilag 6). Interessen er stor for at profilere Læreruddannelsen i Silkeborg med det ypperste indenfor naturfagsundervisning. Den prioritering af naturfag har bl.a. medført, at der blev indkøbt et LEGO Education Center og i foråret 2010 er igangsat byggeplaner for en helt ny naturfagsafdeling med gode forhold for eksperimenterende undervisning i biologi, fysik, kemi og geografi.

Min deltagelse i arbejdsgruppen for ITMF projektet Mars 2003 og Dansk Rumfart gav inspiration til at udvikle undervisningsforløb sammen med Martin Krabbe Sillasen (lektor i fysik), hvor Mindstorms, Robolab og den programmerbare klods RCX var centrale undervisningsteknologier.

Studerende byggede køretøjer – Rowere der skulle køre på Mars. Overfladen på Mars blev simuleret i en sandkasse. Roweren blev forsynet med måleinstrumenter, så det var muligt at måle temperatur og luftfugtighed.

De studerende var meget begejstrede for brugen af Mindstorms og Robolab i fysikundervisningen. Det var indlysende for os som lærere, at der var et stort potentiale for undervisningsteknologien LEGO Mindstorms i naturfagene. Med henvisning til de studerendes begejstring og vores professionelle vurdering var der rigtig gode argumenter for, at indkøbe et LEGO Education Center (bilag 10), der ville blive en styrkelse af naturfagsundervisning.

Det lykkedes at overbevise rektoratet om, at et LEGO Education Center var en rigtig god investering for uddannelsen, og i 2008 blev LEGO Education Centeret indkøbt.



Figur 3 Bygning af rower i Mars 2003 projektet

Målet med indkøbet var ikke alene at styrke undervisningen i naturfagene, det var også et mål at Læreruddannelsen i Silkeborg skulle være centrum for undervisning i og med LEGO Mindstorms.

Det medførte, at Læreruddannelsen i Silkeborg i samarbejde med virksomheden Mikroværkstedet, LEGO Education og LEGO Dacta afholdt en konference med arbejdende værksteder under overskriften "LEGO® Engineering konference", hvor 72 lærere fra Jylland og Fyn deltog. Studerende fra Læreruddannelsen i Silkeborg redegjorde for deres erfaringer med anvendelsen af LEGO Mindstorms, og instruktører fra Tuft University i Boston igangsatte aktiviteterne i værkstederne. En lignende konference skal afholdes igen i oktober måned i år.

Studerende på læreruddannelsen og jeg har etableret et frugtbart samarbejde med Silkeborg Kommunale Ungdomsskole, hvor studerende underviser ungdomsskoleelever i LEGO Education Centeret med det mål, at eleverne deltager i First Lego League<sup>2</sup>.

Anvendelsen af LEGO Mindstorms og programmeringen af robotter udviklede sig hurtigt til andre anvendelsesområder end de traditionelle indenfor naturfag.

Med dette projekt vil jeg belyse, hvilket undervisningspotentiale der er i brugen af LEGO Mindstorms, og hvordan arbejdet med programmering af robotter kan være med til at konkretisere og synliggøre pædagogiske og didaktiske teorier. Jeg vil argumentere for, at brugen af LEGO Mindstorms bør indskrives i studieordningen for fagene pædagogik og almen didaktik samt i naturfagene.

Studerende vil gennem deres arbejde med denne undervisningsteknologi komme i situationer, hvor de teorier, de er blevet bekendte med ved studie af bøger og diskussioner på holdene, bliver konkretiseret og synliggjorte. Det bliver med dette praktiske perspektiv og med udgangspunkt i konkrete handlinger muligt, at diskutere teorier som fx læring, erfaringsbaseret læring, reflektiv tænkning, konstruktivisme og konstruktionisme herunder de sociale former.

Udadtil står Læreruddannelsen i Silkeborg som et centralt sted for undervisning i og med LEGO Mindstorms, men indadtil mener jeg ikke, at Centeret bliver anvendt i tilstrækkelig grad.

## B. Problemformulering

*Jeg vil undersøge og dokumentere, hvordan LEGO Mindstorms kan anvendes som læringspotentiale til fremme af læringen i pædagogik og naturfag ved Læreruddannelsen i Silkeborg.*

---

Denne problemformulering indeholder nøgleordet læringspotentiale, som kan forstås både som et igangværende potentiale og som et fremadrettet potentiale. I dette projekt vil jeg have fokus på det igangværende potentiale.

Temaerne for undersøgelsen ligger indenfor det pædagogiske og didaktiske område.

---

<sup>2</sup> <http://hjernekraft.org/>

## 1. Henvisninger

Jeg har valgt at følge American Psychological Association (APA) standard til angivelse af referencer. I den standart angives henvisninger som dette eksempel (Forfatter, årstal). Ved henvisninger til den samme publikation umiddelbart efter skrives (ibid., årstal). Ibid. er en forkortelse af ibidem (Becker-Christensen, 1991, s. 487), der betyder samme sted.

I tekstbehandlingsprogrammet MS Word er der en funktion, der automatisk genererer henvisning efter APA standarden. Programmet kan ikke bruge betegnelsen ibid. I dette projekt til master i it og læring har jeg valgt at følge den automatik, der er i MS Word og undlader derfor henvisningen ibid.

Ved henvisning til et websted ser henvisningen sådan ud (Navn, websted). Det vil fremgå af litteraturlisten, hvis der er en opgivelse af årstal på websitet.

---

## IV. Teoretiske positioner

### A. Læring

I dette afsnit vil jeg beskrive forudsætning for læring, samt processer for læring, for at afslutte med hvordan man bliver klogere.

Tid og motivation er nødvendige faktorer for at lære, men det er helt nødvendigt at have de nødvendige egenskaber, for det der skal læres. Desuden skal der også en del held til for at lære. Det er vigtigt at være på det rigtige sted på det rette tidspunkt.

Læring med LEGO Mindstorms indgår i en undervisning der er tilrettelagt for studerende på Læreruddannelsen i Silkeborg.

Der skal være de nødvendige rammer før de studerende kan få glæde af undervisningsteknologien. Der skal være en instruktør, der kan sætte undervisningen i gang, og de studerende skal være positive overfor undervisningen og aktiv deltagende (Kringelbach, 2006, s. 21).

Knud Illeris beskriver to helt afgørende, men forskellige processer, der skal være aktive, for at læring kan finde sted. Den ene proces er samspillet mellem studerende i et af de undervisningsrum de befinder sig i, og som man er mere eller mindre opmærksom på. Den anden proces er den enkeltes psykologiske bearbejdelse og dermed tilegnelse af de impulser, der kommer ved samværet med de øvrige studerende i arbejdet med LEGO Mindstorms. Påvirkningerne i undervisningsrummene, der giver anledning til ny læring, har tilknytning til allerede eksisterende læring, hvad der giver læringen et individuelt præg (Illeris, 2007, s. 35). Morten Kringelbach skriver om egenskaber der skal være til stede, hvor Knud Illeris skriver om grundlæggende biologisk karakter, der er opstået ved udviklingsprocesser, men det drejer sig om at individet skal have de rette evner for at lære et bestemt indhold. Det er derfor meningsløst at tale om læring uden at tale om læringsindhold, det der skal læres i samspillet mellem individer. Indholdet kan være kundskaber, færdigheder, meninger og holdninger (Illeris, 2007, s. 37).

For at læringen kan finde sted skal der være lyst til at lære. Den lyst kan være rettet mod noget positivt, men kan også være styret af noget negativt, det vigtigste er, at der er læringens drivkraft eller drivkræfter. Det viser de sidste årtiers hjerneforskning. Drivkraften kan være lystbetonet ud fra interesse, nødvendighed eller tvang (Illeris, 2007, s. 37) og (Kringelbach, 2006, s. 37). Drivkraften der også betegnes som motivation.

Indhold – Drivkraft – Samspil er de tre dimensioner, der altid er indholdet i en læringssituation. Læringssituationen står aldrig alene, den er altid indenfor rammerne af en ydre samfundsmæssig sammenhæng, der sætter rammerne for læringsmulighederne (Illeris, 2007, s. 39).

Mange pædagoger og forfattere har defineret læring. I denne sammenhæng vil jeg pege på en af Lars Qvortrups definitioner, hvor han antager at læring kan komme af individets indre dynamikker og af forstyrrelser eller irritationer udefra, men ikke på et udefrakommende input.

*”Læring kommer indefra og beror på det lærende systems allerede eksisterende forudsætninger, ikke på en ”transfer” mening udefra.*

*Selv om læring antagelig kan forekomme alene i kraft af indre dynamikker, igangsættes læringsprocesser som regel af forstyrrelser eller irritationer udefra (begge ord er betegnelser for såkaldt ”strukturel kobling”, dvs. at noget udefra påvirker systemet, som imidlertid selv må bearbejde disse forstyrrelser ud fra egne forudsætninger); en i særlig grad tilrettelagt og højtspecialiseret irritationsform hedder undervisning” (Qvortrup, 2001, s. 132).*

I denne definition af læring peger Qvortrup på undervisning som en tilrettelagt og højtspecialiseret form for irritation.

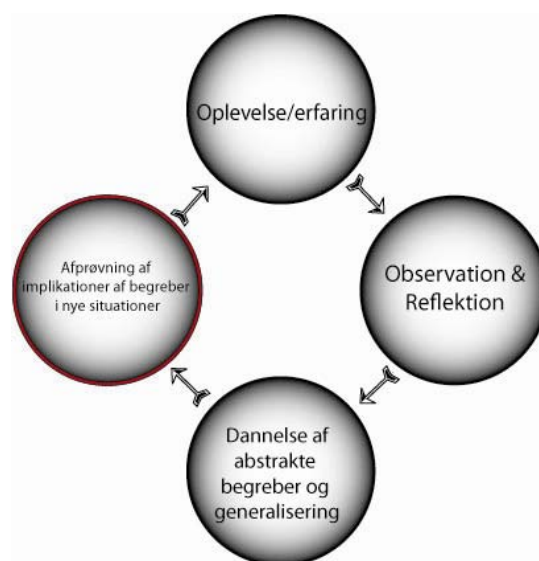
Jeg har netop valgt Lars Qvortrups definition af læring, fordi den peger imod undervisning. Læring igennem undervisning er netop, hvad dette projekt handler om.

En forudsætning for undervisning er, at der er opstillet læringsmål, samt at der er lavet en planlægning af undervisningen, der kan føre frem til læringsmålene.

## 1. Hvordan bliver man klogere

Definitionen af læring giver ikke svaret på, hvordan man lærer mere, eller hvordan man bliver klogere. Jeg sætter dermed lighedstegn mellem det at lære mere og det mere brede og dagligdags udtryk, at blive klogere.

David Kolb forklarer læring som en fremadskridende proces der går fra, *”konkret oplevelse over reflekterende observationer og abstrakt begrebsliggørelse til aktiv eksperimenteren”* (Illeris, 2007, s. 66). Kolb beskriver denne proces som en cirkulær proces (se figur 3). Når jeg nævner, at mere læring gør individet klogere, kunne læringscirklen godt udvikles til en spiral, hvor afstanden til centrum bliver længere, som et udtryk for at man er blevet klogere. I den naturvidenskabelige tradition bliver man klogere af at eksperimentere. Når eksperimentets elementer skal



Figur 4 Kolbs læringscirkel (Illeris, 2007, s. 67)



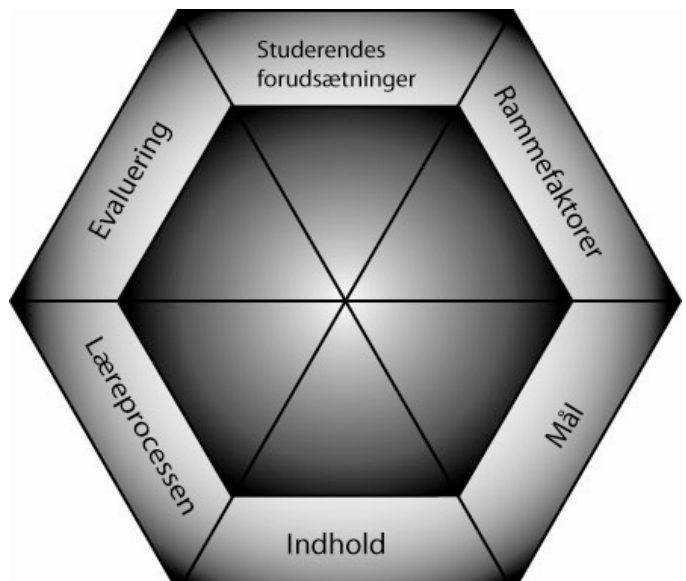
forklares, kan det gøres ved den naturvidenskabelige arbejdsmetode, som ligger meget tæt op ad Kolbs beskrivelse af læring ved læringscirklen. Senere i denne rapport vil jeg beskrive den naturvidenskabelige arbejdsmetode i en sammenhæng hvor LEGO Mindstorms indgår.

For at skabe læring i en undervisningssituation er det nødvendigt at lave en omhyggelig planlægning af undervisningen. I den planlægning kan der tages udgangspunkt i den didaktiske relationsmodel.

## B. Didaktik

Jeg vil beskrive de didaktiske relationer, som er nødvendige hos studerende, der skal tilrettelægge undervisningsforløb med LEGO Mindstorms. Den didaktiske relationsmodel er meget brugt på Læreruddannelsen i Silkeborg. Jeg vil tage derfor tage udgangspunkt i relationsmodellen, som jeg her har opdelt i følgende punkter (Him og Hippe, 2007, s. 92):

- a. Studerendes forudsætninger
- b. Rammefaktorer
- c. Mål
- d. Indhold
- e. Læreprocessen
- f. Evaluering.



Figur 5 Didaktisk relationsmodel

### a. Studerendes forudsætninger.

For at starte et undervisningsforløb med LEGO Mindstorms skal de studerende have de fornødne kvalifikationer og kompetencer. I denne sammenhæng skal de mestre robotterne, LEGO klodserne og softwaren. Disse kompetencer kan opnås ved deltagelse i den undervisning, læreruddannelsen tilbyder. Derudover kommer alle studerende med deres livserfaring, der kan være opnået ved ansættelser på arbejdsmarkedet, fritidsinteresser eller dannelsesrejser rundt i verden. De medbringer også de studerendes interesser, færdigheder, kundskaber og tavse viden (Nielsen, 2008), som kan være med til at styrke det undervisningsforløb, der arbejdes med.

### b. Rammefaktorer

Læreruddannelsen skal råde over tilstrækkeligt LEGO udstyr for, at den undervisning der tænkes på, kan gennemføres. Der skal være de fornødne fysiske rammer, for at undervisningen kan gennemføres.

Læreruddannelsen skal have en politik, der gør det muligt for studerende at arbejde på en praktisk og teoretisk måde udenfor de egentlige praktikperioder.

Det er vigtigt, at uddannelsen har et godt omdømme, så der bliver fortalt gode historier i lokalpressen og praktikskolerne imellem. Er godt samarbejde mellem de lokale skolemyndigheder fremmer også mulighederne for at skabe de optimale rammer for korte praksisforløb.

Når praktikskolerne stiller elever til rådighed for korte praksisforløb på læreruddannelsen, skal der være tillid til, at eleverne får en god oplevelse med kvalificeret undervisning.

Der skal være undervisere på uddannelsen, der behersker teknologien samt har de pædagogiske og didaktiske kompetencer, der er nødvendige for at undervisningen kan finde sted.

### **c. Mål**

I et undervisningsforløb, som det, der tilrettelægges af studerende for elever fra en af praktikskolerne, planlægges der mål på to niveauer. Der er et niveau for den undervisning de studerende modtager, og et niveau for den undervisning, der tilrettelægges for eleverne fra praktikskolerne.

De mål, der forfølges i undervisningen af de studerende, formuleres indenfor didaktiske og pædagogiske rammer, der er beskrevet i læreruddannelsen. Undervisningspsykologien vil det ikke være muligt at undgå.

De mål, de studerende skal forfølge i deres pædagogiske og didaktiske planlægning, er ud fra de lovmæssige rammer, der er gældende for praktikskolerne.

### **d. Indhold**

Indholdet af undervisningen planlægges indenfor de didaktiske hovedbegreber, "*læringsforudsætninger, rammer, mål, indhold, læreproces og vurdering*" (Him og Hippe, 2007, s. 95). I denne sammenhæng er hovedbegreberne også delt op i indhold for studerende og elever.

Hovedbegreberne er meget bredt formuleret og i denne sammenhæng skal indholdet for de studerende være baseret på den fagfaglige, fagdidaktiske og pædagogisk faglige forståelse indenfor naturfagene. Det indhold skal løfte de studerendes faglige, didaktiske og pædagogiske kompetencer.

De studerende skal sørge for, at indholdet for eleverne retter sig mod naturfag samt de faglige mål og arbejdsprocesser, der her er gældende.

### **e. Læreprocessen**

Dette korte praksisforløb skal betragtes som en undervisningsøvelse. I denne type af undervisningsøvelser får de studerende mulighed for at reflektere over egen undervisningspraksis (Him og Hippe, 2007, s. 100). Refleksion er et væsentligt element i enhver læreproces og er rettet mod, hvorvidt der er overensstemmelse mellem intentioner og realiteter (Dewey, 2009).

Læreprocesserne er rettet mod de lærerstuderendes læreprocesser, som der reflekteres over i forhold til lærerstudiet og mod elevernes læreprocesser, som der reflekteres over i forhold til de studerendes praksis.

### **f. Evaluering**

Vurderingen af denne type undervisningsøvelser foretages mellem vejlederen og de studerende. Det kræver, at alle parader er sænkede, så alle involverede får mulighed for positive og negative betragtninger i forhold til den undervisning, der er gennemført. Betragtningerne skal omfatte alle rammefaktorerne, så de nye positive og negative betragtninger kan indgå i den næste planlægning og gennemførelse af en undervisningsøvelse.



### C. Dobbelt didaktisk perspektiv

Undervisningen med LEGO Mindstorms, og de programmerbare robotter, har i denne sammenhæng et dobbelt didaktisk perspektiv.

De studerende undervises praksisnært, når de første gang stifter bekendtskab med LEGO Mindstorms på Læreruddannelsen i Silkeborg. I den første undervisning er de i en situation, hvor de kan betragte sig selv som elever. Den undervisning reflekterer de så over, når de selv som praktikanter planlægger deres undervisningsforløb. Der er nærmest tale om en homomorfisk overførsel fra den undervisning, de selv er en del af og til den undervisning, som de planlægger. Den metode brugte jeg for, at give de studerende en sikkerhed i deres praksis.

### D. Tre læringsrum

LEGO Mindstorms vil i det efterfølgende blive inddraget i didaktiske sammenhænge, som vil blive vist i eksempler fra Læreruddannelsen i Silkeborg. Der gives eksempler på, hvordan anvendelsen af undervisningsteknologien kan indgå i Erik Prinds tre læringsrum (Prinds, 1999, s. 35).

Inspireret af Stefan Aufenanger og Erling Petterson beskriver Erik Prinds tre læringsrum:

1. **Undervisningsrummet.** De studerende er i undervisningsrummet den første gang, de stifter bekendtskab med Lego teknologien. De får forklaret, hvordan robotklodsen fungerer og der bliver taget de første skridt til at programmere NXTén. Instruktionen er en envejs kommunikation, som gør det muligt for de studerende at tilegne sig kvalifikationer til det videre arbejde for at få kompetencer (Qvortrup, 2001, s. 111). Dialogen mellem underviseren og de studerende styres af læreren, og det vil ende med at de studerende kan fortsætte over i træningsrummet (Prinds, 1999, s. 34). Der bliver lagt op til et praksisfællesskab ved, at det fortsatte arbejde foregår i grupper med 2 til 3 studerende (Wenger, 2008, s. 96).
2. **Træningsrummet.** De studerende kan nu bygge en robot, programmere den og få den til at udføre nogle af de opgaver, de har programmeret den til. De studerende arbejder sig gruppevis ind i forståelsen af teknologien med læreren som vejleder. Træningsrummet kan være det samme fysiske rum som undervisningsrummet, men det kan også være på en anden fysisk placering. Målet med arbejdet i træningsrummet er at fordybe sig i det stofområde, der er formidlet i undervisningsrummet (Prinds, 1999, s. 34). De studerende vil opnå kompetencer til at bygge og programmere robotten i træningsrummet.
3. **Studierummet.** De studerende er nu blevet dygtige til at bygge og programmere, så de kan arbejde med LEGO Mindstorms. I studierummet planlægges der projekter, som efterfølgende kan præsenteres eller gennemføres. I denne sammenhæng bruges studierummet til at planlægge undervisningsforløb, der afprøves i praksis på elever, der inviteres til læreruddannelsen. De studerende udnytter fælles kvalifikationer i projektarbejdet (Hermandsen, 2005, s. 115), som fører frem til en didaktik, der afprøves i en undervisningsøvelse (Prinds, 1999, s. 34). Eleverne arbejder i grupper med projekter, og læreren er konsulenten, der sørger for at læringssituationen er meningsfuld, progressiv og at læringsmålene forfølges.

Læringsrummene er ikke nødvendigvis forskellige fysiske lokaliteter, men kan være det samme fysiske rum, alt efter hvilke aktiviteter der arbejdes med. Der kan være glidende overgange mellem de tre forskellige læringsrum, ligesom der kan være glidende overgange mellem de aktiviteter, der er sat i gang. I disse tre læringsrum har læreren og de studerende forskellige roller. Læreren ændrer sin rolle fra informationsformidler til vejleder og endelig til konsulent.

Underviserens rolle ændrer tydeligt karakter i de tre læringsrum, når der arbejdes med LEGO Mindstorms. Når underviserens rolle ændres, bliver de studerendes rolle også ændret. Det er overskueligt for de studerende, at se deres egen placering og rolle i læringsrummene, og dermed er det enkelt at teoretisere over dette forløb.

---

## V. Metode

Min empiri indsamler jeg gennem casestudies og interviews med lærere og studerende ved Læreruddannelsen i Silkeborg, der har arbejdet med LEGO Mindstorms i undervisningssammenhænge.

### A. Cases

Grundlaget for min indsamling af empiri er tre cases, hvor LEGO Mindstorms er centralt placeret i undervisningen. En case beskriver et undervisningsforløb for de studerende på læreruddannelsen, som jeg har planlagt og gennemført i samarbejde med to lærere, der underviser i pædagogiske fag. De to øvrige cases beskriver undervisningsforløb, som studerende selv har tilrettelagt og gennemført for elever fra Folkeskolen. Fælles for undervisningsforløbene er, at der i praksis bliver arbejdet med pædagogiske og didaktiske problemstillinger. I afsnit VI er de tre cases beskrevet i detaljer for, at læseren kan danne sig et nuanceret billede af den undervisning, som analysen hviler på.

I min beskrivelse af undervisningsforløbene har jeg støttet mig til fotografier og en avisartikel, der blev skrevet i forbindelse med undervisningen, hvor målet var at synliggøre pædagogiske teorier (bilag 5).

### B. Interview

Empiriindsamlingen, der er lavet for at belyse LEGO Mindstorms potentiale, har jeg valgt skal være kvalitative interview (Järvinen, 2005, s. 27) udformet som forskningsinterview (Kvale, 2009) med tre grupper af studerende, der på forskellig måde har arbejdet med teknologien. Jeg har derudover valgt at gennemføre et fokusinterview<sup>3</sup> med de undervisere, jeg har arbejdet sammen med i pædagogikundervisningen.

Jeg har i min planlægning af interviewene ladet mig inspirere af de syv faser af en interviewundersøgelse (Kvale, 2009, s. 122).

Jeg vil først skrive om mine overvejelser omkring anvendelsen af interview i afsnittet omkring self-ethnography, inden jeg går videre til at skrive om valg af interviewform m.m.

---

<sup>3</sup> Dette interview er inspireret af fokusgruppeinterviewet, hvor der normalt er 8-12 informanter (Andersen, 2008, s. 169). Gruppen her er på to personer, som i denne sammenhæng ikke er en gruppe.

## 1. Self-ethnography - interview af kolleger og egne studerende

Informanterne og jeg kender hinanden rigtig godt. Jeg har ved flere lejligheder undervist de studerende og har gode samarbejdsrelationer med underviserne. Der er en hårfin balance mellem det personlige kendskab til informanterne og de upersonlige bestræbelser på at få så megen information som overhovedet muligt. Den tillid, informanterne har til interviewer, må ikke overskrides i samtalen eller i det materiale, der efterfølgende offentliggøres (Kvale, 2009, s. 32).

I forberedelsen op til interviewene præsenterede jeg de overordnede emner, jeg gerne ville samtale om. I den sammenhæng indskærpede jeg nødvendigheden af, at de endelig ikke skulle være bange for at give udtryk for alt, hvad de havde lyst til at sige, selvom vi alle havde oplevet undervisningsforløbene sammen. Det var vigtigt, at informanterne forstod denne pointe, for ellers ville interviewet ikke få noget reelt indhold.

## 2. Forskningsinterview

Forskningsinterviewet er baseret på dagliglivets hændelser, men er styret af en forsker, der i sin tilrettelæggelse af interviewet, forfølger nogle bestemte oplevelser, samtalepartneren har været igennem – dvs. informantens oplevelse er den virkelighed, der forfølges i samtalen (Kvale, 2009, s. 44). I samtalen er forskeren opmærksom på, at det sprog der bruges i forskerkredse, skal transformeres til et sprog, som informanten forstår, så vedkommende kan være med i samtalen.

Dette kan illustreres med følgende tre samtaler:

1. Vidnet sidder i retssalen og er klar til at blive udspurgt af anklageren. "Vil du gøre rede for, hvor du befandt dig den 22. januar mellem kl. 21.30 og 22.00?", spørger anklageren. Vidnet svarer, "Jeg var på vej hjem fra fitnesscentret efter at have lavet styrketræning i en time fra kl. 20.00 til 21.00. Jeg befandt mig sammen med en kammerat .....". Anklageren spørger, "Kan du mere præcist redegøre for, hvor du var med tydelig afgivelse af tidspunkter". Vidnet svarer, "Jeg var på vej ind på pizzariaet på Ringvejen for at købe en pizza. Der var jeg ca. kl. 21.55, fordi pizzariaet lukker kl. 22."

2. "Kom indenfor og sæt dig ned", siger eksaminator. "Tak for det - mit navn er Jørgen Jensen", svarer eksaminanden henvendt til censor. "Hvad er det, du vil sige noget om?", spørger eksaminator. "Jeg vil gerne gøre rede for forholdet mellem .....", svarer eksaminanden og går i gang med at redegøre for den opgave, der er afleveret for tre uger siden.

3. Det dufter af nybagte boller og kakao, Anton er lige trådt ind af døren. Rygsækken falder på gulvet, støvlerne, der er fulde af sne, stillers ind under radiatoren og overtøjet falder ved siden af rygsækken. "Det lugter rigtig godt af boller og kakao bedstefar", siger Anton.

"Ja bollerne er også lune endnu og kakaoen er lige klar til at blive hældt op, så kom du bare ind og sæt dig", svarer bedstefaderen. Bollerne bliver smurt og kakaoen hældt op. Bedstefar spørger til, hvordan det er gået i børnehaven. "Du ved da godt, at jeg ikke går i børnehaven - jeg går i "nulte" klasse", svarer Anton med munden fyldt af smørbolle og marmelade. "Jamen det er da også rigtigt - har du så lektier for, når du nu går i nulte klasse?", spørger bedstefar. "Jeg når at lave det hele henne i skolen", svarer Anton tilfreds. "Jamen det er da også ....." Den hyggelige stemning får snakken mellem bedstefar og barnebarn til at flyde, og bedstefaderen får mulighed for at få indsigt

i barnebarnets dagligdag ved at fange ord og vendinger, som giver mulighed for en dybere forklaring.

Ovenstående tre samtaler kan have fundet sted samtidigt, men det er tre forskellige scener, der er sat op. Der er de professionelle samtaler, som her er eksemplificeret gennem advokatens afhøring og eksaminatorens eksamination. Der kunne også være nævnt psykologens terapeutiske dialog, journalistens interview af en politiker og en del flere (Kvale 1998).

Der er i den sidste samtale, amatøreren beskrevet ved bedstefaderen, skabt en scene, hvor han og barnebarnet skal hygge sig. Der er ikke sat en dagsorden for indholdet af mødet mellem de to generationer. Bedstefaderen vil gerne hygge omkring barnebarnet, og benytte lejligheden til at høre, hvordan det går i barnets skole og hverdag i almindelighed. Bedstefaderen lægger op til en narrativ fortælling fra Antons hverdag. Bedstefaderen er måske - måske ikke - klar over, at han er ved at lægge op til det, den professionelle forsker benævner det kvalitative forskningsinterview gennem narrative og reflektive interviewgreb (Järvinen, 2005, s. 64).

Steinar Kvale definerer forskningsinterviewet sådan, "*et interview, der har til formål at indhente beskrivelser af den interviewedes livsverden med henblik på at fortolke betydningen af de beskrevne fænomener*" (Kvale, 1997, s. 19).

Jeg vil mere specifikt gennemføre interviews, hvor jeg vil søge at finde frem til informanternes oplevelser af nogle undervisningssituationer, de har været involveret i. Det er den vigtige virkelighed, som informanterne opfatter, jeg vil have frem i lyset til efterfølgende analyse. Den form for interview betegner Steinar Kvale som det semistrukturerede livsverdensinterview (Kvale, 1997, s. 19).

### 3. Det semistrukturerede livsverdensinterview

Det semistrukturerede interview kan, efter Steinar Kvalets opfattelse, tilrettelægges som en rejsende, der udforsker et fremmed land for at have en masse informationer, når han kommer hjem (Kvale, 2009, s. 67). Den rejsende har et kort at orientere sig på, og i løbet af rejsen indlader han sig i samtale med landets indbyggere. Han er åben for påvirkninger fra de fremmede, han samtaler med. Denne metafor har et alternativ i det interview, hvor man som minearbejderen går i dybden og borer efter de skjulte værdier, der ligger gemt i dybet.

I de interviews, jeg vil gennemføre, vil jeg være den rejsende, der befinder sig i en bestemt del af landet, der med planen for hvad der skal ses opleves, rejser ind i et delvist kendt område, men uden at vide hvad beboerne egentlig har oplevet i deres arbejde.

Landet er Læreruddannelsen i Silkeborg. Den del af landet, der skal opleves, er LEGO Education Centeret (LEC), og befolkningen består af undervisere og studerende, der har befundet sig i Centeret for at undervise eller blive undervist.

Metaforen dækker dermed ikke den rejsende, der kommer til et nyt land men derimod en rejsende, der er bekendt med landet, men ønsker at udforske, hvad indbyggerne oplever, når de befinder sig lige netop i den delstat, der betegnes LEC.

#### 4. Faser af interviewundersøgelsen

I planlægningen har jeg som nævnt valgt at lade mig inspirere af de syv faser i en interviewundersøgelse (Kvale, 2009, s. 122). Nedenfor sætter jeg fokus på tre af faserne.

##### a. Interview

Til denne type interview lister Kvale 12 aspekter, der er vigtige i interviewet (Kvale, 2009, s. 46). Her vil jeg blot nævne få aspekter, som jeg finder vigtige - her lettere omskrevet:

- Intervieweren søger kvalitativ viden udtrykt i dagligdags vendinger.
- Interviewet søger at indhente åbne, nuancerede beskrivelser af forskellige aspekter ved informantens oplevelser.
- Intervieweren fokuserer på bestemte temaer, der hverken er stramt struktureret med standardiserede spørgsmål eller helt "ikke-styrende".
- Interviewet skal være en positiv oplevelse, der er berigende for intervieweren og ikke mindst de interviewede.

Interviewet skal holdes på sporet med en interviewguide (Kvale, 2009, s. 122), som jeg har bygget op over ovennævnte aspekter. Semistruktureret dækker over en samtale, der ikke er stramt struktureret, men mere ligger op ad en åben hverdagssamtale. Interviewguiden skal støtte mig i, at nå omkring de planlagte emneområder i løbet af samtalen. Interviewguiden indeholder åbne spørgsmål, der kan anvendes, hvis samtalen går i stå (bilag 8).

Jeg vil så efterfølgende fortolke betydningen af de informationer, der er kommet frem i de målrettede samtaler. I den sammenhæng er det vigtigt, at jeg er opmærksom på ikke at stille ledende spørgsmål – men følger informationer for at få dem uddybet (Kvale, 2009, s. 21).

##### b. Transskribering

Transskriberingen af interviewene er en særlig og tidskrævende disciplin. Jeg har valgt at transskribere interviewene så ordrette som overhovedet muligt. Det giver rigtig mange sider med en narrativ for tælling på skrift af et talesprog. Der er dele af interviewet af en af informanterne i gruppe 1, der var vanskelig og til tider umulig at høre, hvad der giver huller i den narrative fortælling.

Det gav så overvejelse til, hvordan jeg skulle bruge de transskriberede interviews i analysen. Her valgte jeg at omskrive de passager, det var relevante fra talesproget til skriftsprog, uden at tolke på indholdet.

##### c. Analyse

Analysen er foretaget ved casestudies og ud fra indsamlede empiri af undervisningsforløbene. I de fire interview der er gennemført som empiri til dette projekt, kommer nogle af informanterne ind på eksakte teorier, mens jeg udleder andre teorier af indholdet i samtalerne. Analysearbejdet bliver derfor en sammenkædning af informanternes oplevelser og udfoldning af teorier, der fører frem til en række delkonklusioner fra analysearbejdet.

Delkonklusionerne er sat ind i den samlede konklusion (afsnit VIII) så læseren kan orientere sig i problemformuleringen og derefter finde svarene direkte i konklusionen.

Interviewene er planlagt til at være empiriske interviews, der skal afdække oplevelser fra undervisningsforløbene. Interviewene bliver dog gennemført sådan, at der er mulighed for, at de får en eksplorativ karakter (Kvale, 2009, s. 132), hvor informanterne kan komme ind på forhold, som jeg ikke har overvejet. Dette styrker undersøgelsen, idet der kan komme nye og uventede elementer ind i analysearbejdet.

## 5. Informantgrupperne

**Gruppe 1** består af Per og Bodil, der er lektorer og undervisere i pædagogik og almen didaktik. Da de bliver interviewet, har de lige deltaget i et undervisningsforløb, hvor LEGO Mindstorms er en del af undervisningen i pædagogik. Intentionen med undervisningen er, at de studerende får sammenkoblet teori og praksis.

**Gruppe 2** består af de studerende Mette, Sidse og Jannik, der har valgt naturfag som linjefag. I den forbindelse har de været igennem et undervisningsforløb på seks lektioner, hvor de som studerende skulle lære at programmere LEGOs robotklods NXT med softwaren LEGO Mindstorms.

De har deres pædagogiske og didaktiske kendskab til undervisning med LEGO Mindstorms fra planlægningen og gennemførelsen af projektdagen "En dag med robotter" under overskriften "Udforskning af Legonus" og fra workshops planlagt for lærere fra Silkeborg Kommunale Skolevæsen.

**Gruppe 3** består af de studerende Mette, Søren, Anders og Rene, der over en periode på tre år har været involveret i projekter, hvor LEGO Mindstorms har været et centralt element. De er blevet undervist i og med LEGO Mindstorms og har selv tilrettelagt og gennemført undervisning over flere gange, hvor teknologien har været anvendt. De har endvidere holdt oplæg på konferencen: "LEGO® Engineering conference", der blev afholdt af Læreruddannelsen i Silkeborg i samarbejde med Tufts University Center og Mikroværkstedet.

Gruppen består af fire studerende, der er meget ivrige for at fortælle deres narrative historie om deres oplevelser med LEGO Mindstorms. To af de studerende, Mette og Søren, har skrevet en studieopgave om de undervisningsforløb, de har tilrettelagt og gennemført med LEGO Mindstorms. De har dermed en dybere teoretisk indsigt om emnet end de andre i gruppen. Jeg har derfor valgt at dele gruppen, så der både laves interview med de to studerende, der har skrevet opgave, og med de to der ikke har. På den måde arbejder jeg på, at få et mere nuanceret billede af gruppens oplevelser.

## C. Litteraturstudier.

Under hele MIL studiet er der læst bøger, artikler og rapporter, der danner grundlaget for udarbejdelsen af dette projekt.

Jeg vil også fremhæve John Deweys bog "Hvordan tænker vi", Seymour Paperts "Den totale skildpaddetur" og "Det lærende samfund" af Lars Qvortrup, der også har været til stor inspiration for mig i mit skrivearbejde. I den sammenhæng vil jeg også nævne artiklen "Om kunsten at finde flow i en verden, der ofte forhindrer det" af Hans Henrik Knoop.

For at få et nuanceret billede af empiriindsamling via interview har jeg søgt inspiration i bøgerne "Interview" af Steinar Kvale og Svend Brinkmann samt "Kvalitative Metoder i et interaktionistisk perspektiv" redigeret af Margaretha Järvinen og Nanna Mik-Meyer.

## VI. Undervisningsforløb med LEGO Mindstorms

Efterfølgende vil jeg beskrive tre cases, hvor LEGO Mindstorms anvendes i læringsammenhæng.

I den første case er de studerende at betragte som elever i en undervisningssituation, som jeg har tilrettelagt. I dette praksisforløb i pædagogikundervisning blev pædagogiske teorier synliggjorte ved arbejdet med LEGO Mindstorms. Bygning og programmering af en robot gjorde, at de studerende kom i situationer, hvor de efterfølgende tydeligt kunne se en teoretisk sammenhæng.

I den anden case er undervisningen planlagt og gennemført af studerende, hvor jeg var vejleder. Dette undervisningsforløb retter sig mod en teknologiundervisning uden naturfagligt indhold, men dog i en naturfaglig ramme.

I tredje og sidste case har de studerende tilrettelagt et undervisningsforløb med både et teknologisk og et naturfagligt indhold. Eleverne skulle reflektere dels over naturfaglige emner og dels over bygning og programmering af robotten.

### A. Pædagogiske teorier og praksis

#### 1. Case A - Synliggørelse af pædagogiske teorier.

Dette undervisningsforløb handler om synliggørelse af pædagogiske teorier ved hjælp af LEGO Mindstorms og den programmerbare klods RCX. Undervisningsforløbet er tilrettelagt for pædagogikhold på læreruddannelsens anden årgang. Målet med undervisningen er, at få studerende til at se sammenhængen mellem pædagogiske teorier og praktisk undervisning.

Per Søndergaard var lærer for et hold, hvor undervisningsforløbet blev gennemført over seks lektioner, og overværet af en journalist fra Midtjyllands Avis. Kort tid efter blev et lignende undervisningsforløb gennemført med Bodil Riiskjær som lærer. Bodils undervisningsforløb blev gennemført over fire lektioner.

#### a. Undervisningsforløbet

”Hvorfor skal vi arbejde med LEGO”, spørger Sidse. Hun er ikke helt klar over, hvad de næste lektioner skal indeholde. De studerende har i perioden op til dagens undervisning beskæftiget sig med pædagogiske teorier om naturvidenskabelig arbejdsmetode og refleksiv læring. De teorier skal nu afprøves i praksis i LEGO Education Centeret.

Lokale 403 er gjort klar til, at der skal arbejdes med LEGO. De studerende inddeler sig i grupper og præsenteres for dagens program.

Per og jeg har valgt at lægge teoretiske refleksionsperioder ind i dagens program, hvorimod Bodil Riiskjær lægger refleksionsperioderne efter lektionerne, når de studerende er tilbage i



Figur 6 Der tænkes.  
Billede fra undervisning beskrevet i case A

klasselokalet.

Dagens program er overordnet inddelt i fire temaer:

1. Bygning af kørende robot - 45 minutter.
2. Programmér robotten til at køre fra A (en hvid markering på gulvet) til B (en sort markering på gulvet) - 45 minutter.
3. Programmér robotten til at køre fra A igennem en port, hvor der drejes 90 grader for at slutte ved B - 30 minutter.
4. Ændre robotten så den på hurtigste måde kan køre fra A til B. Gruppen skal beskrive, hvordan robotten skal stå, når den når frem til B (skal den f. eks. stoppe med forhjulene på den sorte markering) - 45 minutter.

For at styre dagen er der faste tider for hvert enkelt tema, så dagens program kan gennemføres indenfor de fastsatte tider. En disponering, der viser sig at virke positivt på arbejdsprocesserne blandt de studerende. Pauserne kommer for tidligt, mener de, da de er så optagede af undervisningen, at de glemmer tiden.

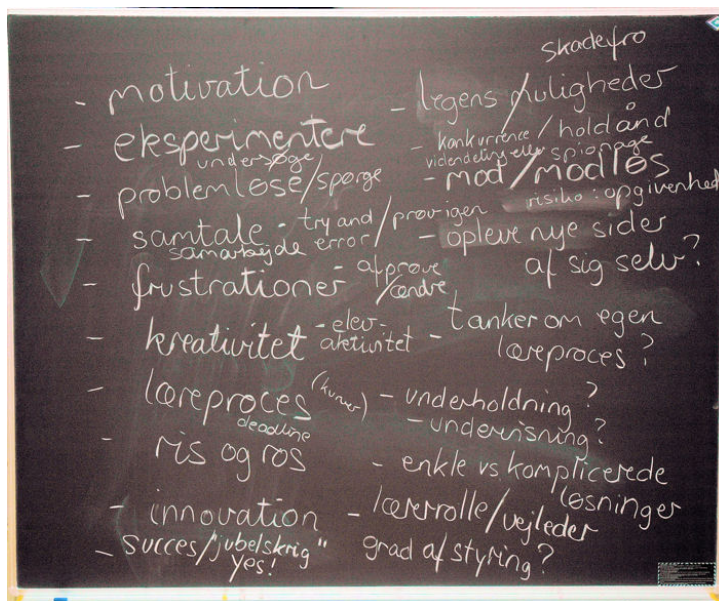
Igennem hele undervisningsforløbet med Bodil noteres nøgleord på en tavle. Nøgleord som Bodil og jeg opfanger fra de samtaler, der foregår i og med grupperne. Tavlen bliver fotograferet, så indholdet kan vises ved den efterfølgende refleksion i klasselokalet.

På bordene midt i lokalet står store kasser, der er fyldt med klodser af alle slags. De studerende introduceres til RCX klodsen og til programmeringssoftwaren Robolab. Det er en meget kort instruktion, idet de studerende gerne vil i gang med at bygge robotten, så de kan komme til at eksperimentere med at løse opgaverne.

De studerende går ivrigt i gang med at bygge. Der bliver bygget efter forskellige strategier og med meget fantasi. Carina og Sofie vil bygge en ræser med store baghjul og små

forhjul. Ræsonnementet er, at en hjulomdrejning giver mere fart, når baghjulet er stort. Torben og Jesper forsøger at bygge et gear til robotten, så hastigheden kan reguleres ved at skifte fra små til store tandhjul. Louise og Tilde bliver hurtigt klar over, at det drejer sig om at bygge en stabil og simpel robot efter KIS princippet - keep it simple (bilag 7).

Ikke alle studerende bruger pausen til en tur i kantinen. De vil hellere være klar til den første udfordring, hvor robotten skal køre fra A til B. Ved lektionens start blev hvidt og sort tape sat fast på gulvet med ca. 1,5 meters afstand.



Figur 7 Tavle med nøgleord fra undervisningen



”For pokker da – nu falder der et hjul af”, Carina må tilbage til sin gruppe for at forbedre konstruktionen inden programmeringen kan begynde.

Louise tester robotten og den kører nogle centimeter for langt. ”Hvor mange sekunder kører den efter strengen”, spørger Tilde, der sidder ved computeren klar til at ændre på programmeringen. ”Var det mon ikke ca. et sekund”, svarer Louise. Tiden bliver korrigeret og robotten bliver igen afprøvet.

Der er efterhånden kø ved banen, så tålmodigheden bliver sat på prøve.

Carina er tilbage med et forbedret hjulophæng. ”Vores robot holder og den suser af sted, og kører alt for langt”, melder Carina tilbage og griner. Tilbage igen og korrigerer for at køre for langt, og måske kører den også for stærkt. ”OK – vi sætter omdrejningshastigheden ned og lader den køre 3 sek. mindre”.

”Åh - den kører lige små to centimeter for kort”, oplyser Tilde, hvis tur det er til at teste robotten. Louise korrigerer med at lægge to tiendedele til køretiden. Det nye program overføres til robotten, og den er klar til et nyt forsøg. Nu sidder den lige i øjet, kan Louise oplyse. Robotten starter med det første hjulpar på den hvide tape, og stopper med forhjulene på den sorte tape. ”Så I det drenge”, lyder det spontant fra Tilde.

Drengene arbejder med deres gearing, som de har mange problemer med at få til at virke.

Per stopper de studerendes aktiviteter for, at få dem til at fortælle om, hvad de har lavet og hvordan de har arbejdet.

Carina fortæller grinende om deres problemer med hjulophænget, om hvordan de har diskuteret forskellige løsninger, og hvordan de med lidt vejledning fra Søren har fundet en holdbar løsning med et trekantsprincip.

”Prøv i mere generelle vendinger at beskrive, hvordan I har arbejdet”, opfordrer Per.

Carina fortæller, ”Ja - vi skulle finde ud af at bygge en kørende robot. Da vi havde bygget den, og mente at den var færdig, testede vi den og fandt ud af, at den ikke kunne holde. Så forbedrede vi den, så den blev stabil og kunne holde til køreturen. Robotten kunne nu holde, og så begyndte vi at bruge programmet, så vi kunne programmere robotten til at køre fra den hvide til den sorte tape”.

Per konkluderer herefter følgende, ”I har den udfordring, at I skal bygge en kørende robot. I udvikler en hypotese til, hvordan den skal bygges og arbejder med byggeriet. Så tester I byggeriet ved et forsøg, hvor den så bryder sammen. Derefter diskuterer I, hvad problemet er og laver et forslag til en løsning, som igen testes - og finder ud af, at robotten nu er stabil.

Per beskriver her den naturvidenskabelige arbejdsmetode, som igen bygger på Deweys refleksive tænkning (Dewey, 2009).

## **B. Praxisforløb for lærerstuderende**

I dette afsnit beskrives to projektdage, hvor studerende gennemfører ”En dag med robotter” for elever fra en praktikskole, der er inviteret til Læreruddannelsen i Silkeborg. Her har studerende lavet en storyline fortælling (Jørgensen, 1994), som eleverne bliver en del af. Robotterne er bygget op omkring LEGO NXT klodsen, og programmeres med programmet LEGO Mindstorms Edu.

I nedenstående cases er de studerende i en praktiksituation, hvor de har tilrettelagt undervisningen. Jeg vejleder dem og er til stede under gennemførelsen af forløbet, hvor jeg fungerer som garant, hvis der opstår problemer med teknologierne.

### 1. Case B - Mission til Mars

Denne Case beskriver, hvordan fire studerende på første årgang, der endnu ikke har modtaget undervisning i pædagogik eller didaktik, i deres fritid tilrettelægger det første undervisningsforløb under betegnelsen, "En dag med robotter."

Disse studerende havde tilsluttet sig et hold af studerende fra første årgang, der i deres fritid havde valgt at komme til LEGO Education Centeret for at lære teknologien at kende. De blev grebet af teknologiens muligheder og arbejdede sig efterhånden frem til at have et overblik der gjorde, at de på min opfordring ville være med til at invitere en syvende klasse fra Vestre Skole i Silkeborg til at være med til første udgave af "En dag med robotter", som fik navnet "Mission til Mars".

#### a. Undervisningsforløbet

Vi kan høre, at eleverne fra 7. B - sammen med klasselærer Nele Loftlund - er på vej hen ad gangen. Lokale 403 er indrettet til en base, hvor eleverne skal i træning som astronauter.

Bordene er stillet op, så eleverne kun kan sætte sig i grupper. På gulvet er der optegnet baner, der skal bruges til de første øvelser med NXTén og LEGO Mindstorms. Nele har inddelt eleverne i grupper. Eleverne arbejder i grupper på maksimalt tre drenge eller tre piger.

På hvert bord står en LEGO 431 materialekasse. Kassen indeholder en NXT robot, motorer, ledninger og censorer, der kan opfatte ultralyd, lys og lyd samt en byggevejledning og LEGO teknik klodser.

For at være deltager på denne dag har eleverne svaret positivt på dette nødråb:

"Vi har fået et nødsignal fra Mars. Sidste ekspedition er mislykkedes. Besætningen er strandet og har brug for hjælp. Vore astrofysikere er løbet tør for løsningsforslag, og vi har brug for folk, der kan se projektet med nye øjne. I er derfor blevet udvalgt til at deltage i en ny ekspedition. I skal stå for programmering af robotterne, som skal hjælpe til på Mars (bilag 12).

Da eleverne har fundet deres pladser begynder Mette, at sætte de kommende astronauter ind dagens program, der er opbygget på følgende måde:

8.15 Introduktion til missionen. 8.30 Opbygning af robotter. 9.30 Robottræning. 10.30 Pause. 11.00 Mission til Mars. 12.45 Missionen er fuldført.



Figur 8 Elever udveksler ideer om robotens bygning

Søren og Rene sætter klassen i gang med at bygge de kørende robotter – en rower. Det er vigtigt, at instruktionerne er korte og præcise, så eleverne kan komme i gang med at bygge og programmere robotter.

Klassen går i gang med at bygge robotterne. De kan vælge at bygge ud fra egne muligheder og fantasi eller efter en vejledning, der er i kasserne. Eleverne er koncentrerede om arbejdet med byggeriet, og der bliver hele tiden snakket om opbygning og udseende. Under og efter byggeriet taler eleverne med hinanden og på tværs af grupperne, hvor de udveksler ideer. Det går rimelig nemt med byggeriet, da byggevejledningen er meget detaljeret.

Anders står for instruktionen af programmeringen af rowerne. Også i den sammenhæng bliver der gjort en dyd ud af, at instruktionen skal være kort. Anders instruerer også i, hvordan træningen med robotterne skal gennemføres. Derefter begynder eleverne programmeringsarbejdet, så de kan lære programmet at kende samtidig med, at de løser de opgaver, der ligger på banerne på gulvet.

Robotten skal programmeres til at gennemføre tre opgaver:

1. Roweren skal køre 80 cm lige frem og standse mellem to linjer.
2. Roweren skal køre i en firkant omkring en stol.
3. Roweren skal køre lige frem og slå til en genstand.

Eleverne arbejder intenst med træningen og tiden flyver af sted, så pausen kommer nærmest som en overraskelse. Eleverne har været dybt optaget af arbejdet. I pausen forlader eleverne lokalet for at spise deres mad i kantinen.

Mette, Anders, Søren og Rene omdanner lokale 403 til et Mars landskab. Planeter fremstillet af papmache bliver hængt op i loftet. Tre baner fra First LEGO League bliver monteret på gulvet, så eleverne kan påbegynde den egentlige mission, som skal finde frem til de dygtigste astronauter, der skal med på missionen for at redde de nødstedte forskere på den røde planet.

Alle grupper får tildelt en bane, som de skal arbejde på. På banerne er der opstillet fem LEGO byggerier, hvor der er forbundet en opgave til hvert enkelt byggeri. Eleverne skal nu programmere roweren til at løse opgaverne.

For at finde frem til de dygtigste teams får de point efterhånden, som opgaverne bliver løst. Der er ikke begrænsning på antallet af forsøg, grupperne har til at løse opgaverne. Anders, Søren og Rene fungerer som vejledere og dommere, og Mette holder regnskab ved hjælp af en tabel, som alle i klassen kan se.

Indsamling af meteoriter er et eksempel på en opgave. For at kunne løse denne opgave skal roweren forsynes med et hjælpeværktøj, der kan indsamle fire meteorsten til videnskabelige undersøgelser. For hver meteor, der bliver hentet, får gruppen tildelt 25 point. Opgaven kan give i alt 100 point.

Eleverne finder hurtigt ud af, at der er forskel på sværhedsgraderne for løsning af opgaverne. Det er derfor vigtigt, at planlægge rigtigt i forhold til, hvor det er mest fordelagtigt at bruge tid på at løse opgaverne.

Eleverne arbejder ihærdigt med opgaverne og efter en time og tre kvarter kan det konstateres på pointtavlen, hvem af grupperne der har vundet.

## 2. Case C - Udforskning af Legonus

Denne case beskriver et undervisningsforløb, der er tilrettelagt med et teknologisk og naturfagligt indhold af studerende på læreruddannelsens anden og tredje årgang. I dette forløb består gruppen af studerende fra forskellige årgange og dermed forskellige hold.

### a. Undervisningsforløbet

*Vi befinder os i år 2130 og vores planet Jorden er ødelagt pga. flere års forurening og vil snart gå under. Vi er derfor nødsaget til at finde en ny planet, som vi kan bosætte. Forskere har spottet planeten Legonus, som de mener, kan være den nye erstatning for Jorden. Det er her I kommer ind i billedet, for I er særligt udvalgte forskere, som skal hjælpe med at undersøge forholdene på den nye planet. I skal derfor i grupper bygge et fartøj, - en robot, som kan undersøge planeten, da vi mennesker endnu ikke kan bevæge os frit på den (bilag 7).*

Med disse oplysninger bliver eleverne fra femte klasse på Hvinningdalskolen modtaget i LEGO Education Centeret på læreruddannelsen. Eleverne er sammen med elever fra sjette og syvende klasse inviteret i forbindelse med den årlige naturvidenskabsfestival<sup>4</sup>.

Tre studerende, Stine, Mette og Jannik, har tilrettelagt "En dag med robotter", der er opdelt i tre moduler:

1. Modul 1 - Kl. 09.00-10.15: Robotterne bygges.
2. Modul 2 - Kl. 10.30-12.00: Øvelserne indkodes og afprøves på banen - teoretisk afsnit.
3. Modul 3 - Kl. 12.30-14.00: Konkurrence grupperne imellem og afslutning med evaluering og kage.

Ved starten af modul 1 bliver eleverne oplyst om, at de skal bygge en rowe, der har følgende egenskaber:

- Køre frem og tilbage.
- Standse.
- Dreje til begge sider.
- Samler en genstand op.
- Parkere præcist.
- Være robust og kunne køre på bakker.

Femteklasseeleverne går ivrigt i gang med at bygge rowerne. De har ingen byggevejledning, og det kan blive et problem for eleverne, hvis de ikke bliver færdige med byggeriet indenfor den givne tidsramme. De studerende har derfor deres opmærksomhed rettet mod den udfordring allerede i byggefasen. Det viser sig, at der kun er en gruppe, som har behov for særlig vejledning.

Efter en kort pause vender eleverne tilbage til LEGO Education Centeret, hvor bordene nu er skubbet ud til siden. Midt på gulvet er der opstillet et landskab, der forestiller planeten LEGONUS. I landskabet er der indtegnet tre baner, som eleverne skal programmere rowerne til at gennemføre.

Eleverne får en meget kort instruktion i, hvordan de finder softwaren LEGO Mindstorms Edu på de udleverede bærbare computere, og hvordan roweren skal programmeres. Da der er tre studerende i

---

<sup>4</sup> <http://www.formidling.dk/sw174.asp>

lokalet, kan de let overskue gruppernes arbejde, og vejlede dem så snart der opstår behov for det. Eleverne programmerer og afprøver programmerne indenfor de første tre kvarter af modul to. Derefter starter de studerende den teoretiske del af dagens program.

I denne del af programmet bliver eleverne undervist i de behov, menneskeheden har når den skal bosætte en anden planet. Efter endt undervisning er det tid til at gå til frokost.

Eleverne er ikke færdige med programmeringen af rowerne, så det er nødvendigt at lave en programændring, så eleverne får mulighed for at teste programmer og gennemføre de planlagte opgaver på samme tid. Der viser sig efterhånden større og større spredning i elevgruppernes programmering, og en af grupperne er også nødt til at bygge roweren om. Det stiller krav til de studerende om et ændret fokus og differentieret undervisning.

I pausen har de studerende lagt små pakker ud på planeten LEGONUS, som eleverne skal samle op efterhånden som banerne bliver gennemført. Pakkerne indeholder oplysninger om de prøver, roweren skal samle op undervejs:

- Bane 1. *Fotografering af den nye planet.* Kør lige frem, over bakken og parker.
- Bane 2. *Undersøgelse af sø og opsamling af prøver.* Kør lige frem, drej 90° til højre og kør lige frem, parker ved stregen.
- Bane 3. *Indsamling af jordprøve.* Kør lige frem, parker ved stregen, opsaml jordprøve og bak til udgangspunktet.

Pakken på bane et indeholder tre fotos, hvor eleverne skal udvælge det rigtige og analysere det. Det rigtige foto viser, hvad der er nødvendigt for at der er liv på planeten.

Pakken på banen to indeholder to molekylemodeller - et vandmolekyle og et iltmolekyle. Eleverne skal ud fra de udleverede molekylemodeller bestemme molekylerne.

Pakken på bane tre indeholder et insekt og meddelelse om, hvilke mineraler der er i jorden på planeten. Eleverne skal vurdere, hvorvidt der kan gro planter på planeten.

Når de tre baner er gennemført, skal eleverne diskutere de mulige livsbetingelser med hinanden i grupperne.

Der bliver kompenseret for den store spredning, der efterhånden opstår i løbet af tredje modul, ved at lave nye baner på planeten. I takt med, at eleverne bliver færdige med opgaven, bliver de udfordret med de nye baner.

---

## VII. Analyse af undervisningsforløb

### A. Vidensformer

I case A kommer de studerende med få eller ingen kvalifikationer om brugen af undervisningsteknologien LEGO Mindstorms. Efter en kort introduktion bliver de i stand til at arbejde med undervisningsteknologien, og de får de første kompetencer til at bygge og programmere robotter. I arbejdet med at løse opgaverne

bliver de hele tiden dygtigere. Fra at være studerende med ingen eller få kvalifikationer, bliver de kompetente og enkelte bliver også kreative i deres omgang med klodser, computer og program.

Per ser denne udvikling og peger på forskellige pædagogiske mulighedsfelter for en teoretisk opfølgning. Han udtrykker det sådan, *"... som noget af det sidste den dag, var der så en opsamling af mulighedsfeltet og selve beskrivelsen af, hvad man var blevet udsat for. Der var så forskellige placeringer. Der var konstruktivisme ... Og så var der også Batesons læringsniveauer, der kan være anvendelige ..."* (bilag 1 | 105).

Per refererer til Batesons teori om fire vidensformer. I dette afsnit vil jeg udfolde teorien og sammenholde den med de aktiviteter, som de studerende er en del af.

### **a. Batesons teori om vidensformer**

Vidensformerne står centralt i læreruddannelsen til at klargøre, hvordan man som kvalificeret student kommer til læreruddannelsen og bliver uddannet til en kompetent, kreativ studerende, der er en del af en kultur.

Lars Qvortrup når frem til, at kvalifikationer er viden, som man ikke kan sætte i sammenhæng med noget andet. Man ved det forholder sig sådan, men man ved ikke hvorfor, altså noget der står alene, f.eks. navne på materialer eller teorier uden relation til andre forhold om emnet. De studerende ved noget om LEGO klodser, men de er ikke i stand til at sætte det sammen med læring og pædagogik.

Man har viden om viden, når man ved hvem en person er eller, hvordan en teori er opstået. Med denne viden forstår man "at" og "hvorfor", og hvordan viden opstår (Qvortrup, 2001, s. 99), og man ved, hvordan viden tilegnes. Man har kvalifikationen til at kunne noget, og man har også viden om, hvordan viden frembringes og tilegnes – man har med andre ord kompetencer. De studerende opnår viden om viden i løbet af de seks timer de arbejder med LEGO Mindstorms. De får en række kvalifikationer i introduktionen til RCX eller NXT klodsen. De får også kvalifikationer om, hvordan de programmerbare klodser er opbygget og virker sammen med LEGO klodser, og hvordan de kan programmeres ved hjælp af softwaren Robolab eller LEGO Mindstorms Edu. De studerende opbygger i løbet af undervisningsforløbet kompetencer til at bygge og programmere en robot, der kan løse opgaver.

### **b. Fra kompetence til kreativitet**

Bruges kompetencerne - altså viden om viden - i nye sammenhænge, skabes der ny viden. Bliver der tale om viden om viden om viden frembringes der metaviden, der er en kreativ proces. Den proces bliver sat i gang blandt de studerende og som Sidse udtrykker det sådan i interviewet, *"Vi havde jo det der introforløb, hvor du introducerede os for det. Vi havde 6 timer til det. Og det var vældig interessant. Det var lidt af en tilfældighed, at jeg kom med i workshoppen i forbindelse med naturfagsfestivalen"* (bilag 2 | 4-7). Sidse bruger sine altså sine kompetencer fra introduktionen i pædagogik (case A) og kompetencerne fra biologi til at deltage i planlægningen og gennemførelsen af "Udforskning af Legonus" (case C). Sidse bruger her sin metaviden sammen med Jannik, der også har metaviden fra linjefag og undervisningsforløb, hvor han er introduceret til LEGO Mindstorms (bilag 2 | 21).

En person, der kan forvalte metaviden betegnes som en kreativ person. Findes metaviden fordelt på mange personer, der danner en organisation, betegner Lars Qvortrup det som organisationens kultur (Qvortrup, 2001, s. 105).

Når en person kan bearbejde metaviden, kan kompetencerne være indenfor forskellige genrer. Der kan fx være tale om kompetencer indenfor faglighed, pædagogik, psykologi og didaktik. Forvaltes disse kompetencer i en proces, bliver der tale om en kreativ proces. Sidse og Jannik var altså en del af en kreativ proces i deres planlægning af undervisningsforløbet "Udforskning af Legonus" (case C).

Den undervisning, der for Sidse startede med seks lektioners pædagogik, gjorde hende kompetent til at bruge LEGO Mindstorms. Sidse udviklede sig iflg. Batesons teori til at være kreativ ved, at bruge sine kompetencer fra pædagogikundervisningen sammen med kompetencerne fra biologiundervisningen til at være en kreativ person i planlægningen af undervisningsforløbet "Udforskningen af Legonus". Sidse har dermed udviklet sig til at være en kreativ lærerstuderende.

### c. Batesons læringsniveauer

Inspireret af Per har jeg sat de fire læringsformer, som han refererer til, ind i en skematisk sammenhæng, der skal illustrere, hvordan Gregory Batesons læringsniveauer kan ses i læringen i undervisningsforløbene med LEGO Mindstorms.

Gregory Bateson betegner læring som stimulus, der indføres i et psykisk eller socialt system, og hvis dette system forandrer sig selv, er der tale om læring. Denne proces er læring på første niveau (Qvortrup, 2001, s. 104).

Læring på andet niveau sker, når et system lærer af sig selv og egen praksis samt af de påvirkninger, der bliver tilført systemet udefra. I læring på tredje niveau forandres grundlaget og principperne for anden ordens læring i det lærende system, altså forandres principperne for læring af læring. Læring på fjerde niveau sker kun ved at sammenkoble det enkelte individs udvikling med slægtens udvikling.

For at skabe en kultur, som Gregory Bateson beskriver som fjerde ordens viden, skal den studerende med tredjeordens viden/kreativitet indgå i dialog med uddannelsesorganisationen, for at danne ny viden. Det er naturligvis læreruddannelsens ambition at tilrettelægge undervisningen, så dette ses som slutmålet.



Figur 9 Eleverne udforsker Legonus

| Vidensformernes skematik tilpasset undervisningsforløb med LEGO Mindstorms inspireret af Lars Qvortrup (Qvortrup 2001, s. 107). |   |                 |   |
|---|---|-----------------|---|
| Vidensformer  | Færdighedsformer  | Resultatformer  | Stimuleringsformer  |
| 1. niveau viden   | Nogle af de kvalifikationer, studerende har ved starten af studiet  | Kvalifikationer | Direkte læringsstimulering, som fx introduktionen til undervisningsforløb med LEGO Mindstorms   |
| 2. niveau viden   | Anden ordens viden dannes på gamle kvalifikationer og nye kvalifikationer, idet gamle kvalifikationer inddrages og nye kvalifikationer tilegnes ud fra en refleksion over produktionsmålet<br><br>Refleksivitet | Kompetencer     | Selvtilegnelse f.eks. ved projektarbejdsformen - individuelt eller i grupper. Kvalifikationerne stimuleres<br><br>Dette foregår fx når de studerende arbejder i grupper for at løse de opgaver, der stilles i de enkelte cases<br><br>Appropriation   |
| 3. niveau viden   | Kvalifikationer og kompetencer bliver anvendt nye sammenhænge. Et metaniveau<br><br>Metarefleksivitet   | Kreativitet     | Selvfrebringelse. Stimulering kan igangsættes af vejleder, kammerater eller komme udefra<br><br>Undervisning hvis hovedformål er at stimulere en helt igennem selvstændig individuel eller gruppebaseret arbejdsform<br><br>Produktion. Planlægning og gennemførelse af undervisningsforløb med Lego Mindstorms<br><br>Vejledning af eleverne |
| 4. niveau viden   | Færdigheder, viden og kvalifikationer i samspil mellem studerende og lærere. Bliver brugt i udviklings-/løsningsøjemed  | Hold kultur     | Deltagelse i holdets videns- og sociale udvikling.<br><br>Social evolution<br><br>Forskellige grupper af studerende arbejder med LEGO Mindstorms - En dag med robotter.   |

Figur 10 Vidensformer skematik tilpasset brugen af LEGO Mindstorms



Et skema laves for at skabe overblik. Derfor kan der være cellevægge, der i nogle tilfælde skal nedbrydes i overgange fra en vidensform til en anden. Efterfølgende vil jeg i generelle vendinger beskrive de fire vidensniveauer i forhold til undervisningen i LEGO Education Centeret:

**1. niveau viden** betragter jeg som den viden, de studerende har om et givet emne, når stimuleringen om emnet startes. Det betyder, at 1. niveau viden er den viden, studerende har erhvervet inden de starter på læreruddannelsen. I løbet af læreruddannelsen vil der igen og igen opstå 1. niveau viden, da studiet er opbygget i en progressiv proces.

Således at den viden, der opbygges i et fag, skal bruges i et kommende fag. Ved den pædagogik, der er tilrettelagt i LEGO Education Centeret, får de studerende mulighed for at overføre kvalifikationer til andre af læreruddannelsens fag.

**2. niveau viden.** Kvalifikationerne de studerende kommer med til uddannelsen, eller har tilegnet sig ved de læringsstimuli, de er en del af på studiet, vil blive stimuleret ved igangsættelse af projektarbejder med relation til det stofområde, der arbejdes med. I det projekt, der arbejdes med i denne sammenhæng, vil læringsstimuli blive i form af oplæg ved undervisningsstart. Oplægget vil i de beskrevne undervisningsforløb lægge op til projektarbejder, der indeholder opgaveløsning i form af planlægning af undervisningsforløb, hvor LEGO Mindstorms er centralt placeret. Planlægningen og gennemførelsen af undervisningsforløbene er en kollaborativ proces, der afsluttes ved gennemførelsen af den tilrettede undervisning.

**3. niveau viden.** Her formulerer Qvortrup undervisning, "hvis hovedmål er at stimulere en helt igennem selvstændig, individuel eller gruppebaseret arbejdsform" (Qvortrup, 2001, s. 108). Mette, Søren, Andres og Rene samt Sidse, Mette og Jannik lavede didaktiske overvejelser, der blev afprøvet ved gennemførelsen af undervisningsforløbene Mission til Mars og Udforskning af Legonus (case B og C). I deres arbejde med denne planlægning, var der kompetencer fra undervisning i pædagogik, didaktik og naturfag i spil. De studerende viste kreativitet i processen.

**4. niveau viden.** De studerende, der er involveret i undervisningsforløbene med anvendelse af LEGO Mindstorms, skriver opgaver om undervisningsforløbene. Der bliver vundet pokaler ved deltagelse i First LEGO League, pokalerne står synlige på læreruddannelsens gange. Tydeliggørelse af aktiviteter ved pokaler, opgaveskrivning og studerende, der arbejder sammen på tværs af hold og årgange, er med til at danne en kultur.

De studerende, der har arbejdet sig igennem de beskrevne vidensniveauer, har tilegnet sig kvalifikationer og kompetencer. De har fået nye evner med hensyn til at lære at lære. De er blevet dygtigere studerende. Lars Qvortrup mener, at *"forholdet mellem disse nye kompetencer og det arbejdsmæssige output ikke vil være én til én, men vokse med for eksempel faktor ti"* (Qvortrup, 2001, s. 100).

Per nævner kreativitet flere gange i interviewet (bilag 3 I 57-68). Han sammenkæder det med fantasi, innovation og tænkning. I interviewet blev der ikke spurgt til, hvordan han definerer kreativitet. Mener han kreativitet som Bateson udlægger begrebet eller kreativitet som noget socialt, der udfoldes i samspillet mellem mennesker (Kupferberg, 2006, s. 13).

De syv studerende, der har lavet undervisningsforløbene "En dag med robotter", er nået op på det kreative niveau, når de bruger kompetencer fra deres linjefag sammen med de kompetencer, de har opnået ved arbejdet med LEGO Mindstorms.

Når det er læreruddannelsens ambition at uddanne højt kvalificerede lærere, må uddannelsen nødvendigvis indeholde mulighederne for at tilegne sig ovenstående kvalifikationer og kompetencer.

Den måde, de studerende arbejdede på i Case A, gav Bodil en god mulighed for, at bringe flow ind i efterbehandlingen af praksisforløbet med LEGO Mindstorms, hvilket jeg vil behandle nedenfor.

## B. Flow

Det at skabe flow optimerer læringsituationen (Knoop, 2005). I dette afsnit vil jeg fokusere på en situation, hvor Bodil beskriver, at de studerende er i flow. Jeg vil også komme ind på de faktorer, der skal være til stede, for at den situation kan opstå.

I case A oplever Bodil, at de studerende arbejder koncentreret med at bygge robotten og få den programmeret, så den kan gennemføre de krævede baner. Undervisningssituationen beslaglægger de studerendes hele opmærksomhed, fordi aktiviteten er maksimalt udfordrende. De studerende er motiverede af byggeriet og de opgaver, der er stillet. De udfordringer, der arbejdes med, er på et passende niveau. De studerende er i den tilstand, Hans Henrik Knoop beskriver som at være i flow og videre definerer som:

*"Oplevelsesmæssigt er flow-tilstanden kendetegnet ved at man er fuldstændig involveret, fokuseret og koncentreret; at man oplever stor indre klarhed ved at vide hvad der skal gøres, og i hvilket omfang det lykkes; at man ved at det er muligt at løse opgaven fordi ens kompetence matcher udfordringen"* (Knoop, 2009, Website).

At skabe den ideelle situation for læring må være enhver undervisers ideal. Udfordringen er derfor at lave et didaktisk design, der gør det muligt for eleverne at komme i flow (Knoop, 2005, s. 110).

Bodil udtrykker det på følgende måde, *"Jeg kommer til at tænke på det, der opstod, mens de arbejdede der, selvforglemmende øjeblikke, som gjorde vi efterfølgende kobede nogle teorier omkring Flow på – men det kom ud af praksis, mens man var i det"* (bilag 1 L 74).

Bodil ser, at de studerende arbejder sig ind i selvforglemmende øjeblikke eller en henflydende tilstand i læringsituationen, det er den optimale indlæringsituation mener Morten Kringelbach (Kringelbach, 2006, s. 36).

Sidse oplever også, at eleverne er optaget af undervisningen i deres projekt, "Undersøgelse af Legonus". Hun udtrykker det sådan, *"Det var fantastisk at se, at der var noget der kunne fange dem så meget, at de glemte alt andet. De var fuldstændigt optaget af det"* (bilag 2 I 150).

Når det er så vigtigt for en læringsituation, må det være vigtigt at vide, hvordan man kan skabe flow. Forskningen viser, at det rette miljø skal være til stede for at skabe flow. Det miljø er beskrevet i følgende punkter (Knoop, 2005, s. 112):

1. Muligheder for at tage selvstændige initiativer og at styre sig selv – uden ansvar for omgivelserne.

2. Konkrete, energigivende mål.
3. Håndterbare, ubureaukratiske regler.
4. Mulighed for at tilpasse udfordringerne til færdighederne.
5. Tydelig, ikke-ydmygende, information om, hvor godt man klarer sig.
6. At distraherende faktorer kan fjernes, så det er muligt at koncentrere sig.

Vendes opmærksomheden mod den undervisningssituation, de studerende er bragt i, lægges der tydeligvis op til ovenstående punkter.

Pædagogikundervisningen med LEGO Mindstorms er planlagt på en måde, så punkterne 1 til 6 bliver mulige at anvende. Der redegøres for dette nedenfor:



Figur 11. Begejstring over at robotten nåede målet.

Ad 1. De studerende havde selv valgt, hvem de ville arbejde sammen med, og de kunne arbejde uden hensyntagen til de andre grupper i lokalet. Der var kun den klausul, at grupperne skulle være homogene i forhold til dagens opgave.

Ad 2. Målene for arbejdet med bygning af robotten og programmering for at få robotten til at køre rigtigt var enkle og overskuelige. Robotten skulle blot køre fra A til B.

Ad 3. Reglerne var meget enkle. Kravet til robotten var alene, at den skulle kunne gennemføre de overskuelige ruter, der var planlagt på forhånd.

Ad 4. Bygningen af robotten skulle gruppen blive enige om, da der ikke var defineret krav til udseende eller konstruktion. De studerende kunne frit være kreative i bygningen. Programmet Robolab giver mulighed for at lave forskellige programmeringer, der løser den samme opgave.

Ad 5. Det var meget tydeligt, hvordan både gruppen og den enkelte studerende klarede opgaverne. Var robotten bygget så den kunne gennemføre banen, var det i sig selv en ros. Og når opgaven blev løst i overværelse af kammeraterne blev der klappet begejstret. Det var tilladt at vise begejstring og skuffelse.

Ad 6. Der var megen uro i lokalet, hvor undervisningen fandt sted. Uroen rettede sig mod løsning af opgaverne og generede tilsyneladende ikke de studerende.

Undervisningen var blevet tilrettelagt, så det var muligt at bringe de studerende i flow. Selvom alle forudsætninger er til stede for at bringe de studerende i flow i en given undervisningssituation, er det ikke altid sikkert situationen opstår. Der kan være forhold, der hæmmer flow. F.eks. at de studerende har været i en spændt situation efter en diskussion eller ydre forhold i øvrigt på dagen, der har forhindret flowtilstanden i at opstå (Knoop, 2005, s. 114).

Det kan konkluderes, at den måde, de studerende arbejdede på, gav Bodil en god mulighed for at bringe flow ind i efterbehandlingen af praksisforløbet med LEGO Mindstorms.

### C. Zonen for den nærmeste udvikling

I interviewet med Mette og Søren kommer det frem, at de har lavet et studieprodukt, som er en teoretisk opgave med LEGO Mindstorms som emne (bilag 3 I 49).

I opgaven arbejdede de studerende med Vygotskij. Mette udtrykker det på denne måde, *"Vygotskij havde vi også ind over, fordi de netop (eleverne) kan udfordres i den zone, de er i - altså som vejledere kan vi gå ind og sige, at du skal prøve lidt mere i den retning"* (bilag 3 I 55).

Vygotskij beskriver zonen for den nærmeste udvikling sådan, *"Zonen for den nærmeste udvikling er afstanden mellem det faktiske udviklingsniveau, bestemt ved selvstændig problemløsning, og det potentielle udviklingsniveau, bestemt ved problemløsning under voksen vejledning eller i samarbejde med mere kompetente jævnaldrende"* (Strandberg, 2009, s. 57).

Mette og Søren bliver inspireret af deres arbejde med LEGO Mindstorms til at fordybe sig i en teoretiker som Vygotskij. Desuden uddyber Mette og Søren deres roller som vejledere ud fra tanker om at hjælpe eleverne til, at overskride deres faktiske evner ved at vejlede dem. I beskrivelsen af zonen for nærmeste udvikling siger Mette, *"Hvis det kører fint for dem går jeg ikke ind og blander mig. Fordi hvis de har deres egne ideer skal de have lov udføre dem. Men hvis de sidder fast skal man kunne hjælpe dem videre, så de ikke bare sidder fast"* (bilag 3 I 65).

Søren fortsætter, *"Ja lige præcist. Hvis der er et problem spørger man ind til hvad problemet består i, får en lille samtale i gang, fordi så får man nogle ord på banen og lige pludselig kommer der et eller andet, der kan føre dem videre uden, at man selv skal ind og bygge redskaber til dem"* (bilag 3 I 68).

I ovenstående sammenhæng er det beskrevet, hvordan den voksne kan vejlede barnet til at overskride sin zone for nærmeste udvikling. Vygotskij lægger også vægt på, at der ved gruppearbejde opstår situationer, hvor personer med mest viden, kan hjælpe personer med svagere viden videre i en samlet proces (Strandberg, 2009, s. 57).

På den tavle, som bruges til at skrive nøgleord på, står der "lærerrollen/vejleder". Den nuance i lærerens arbejde har været til debat i klasselokalet (figur 7 s. 20).

Arbejdet med LEGO Mindstorms synliggør, at de studerende vejleder eleverne ud fra zonen for den nærmeste udvikling.

### D. Den naturvidenskabelige arbejdsmetode

"Vores skole bebyrdes med en stadig voksende mangfoldighed af fag, der hver har sin egen stadig voksende mangfoldighed af undervisningsmaterialer og principper. Vores lærere finder, at deres opgave er blevet tungere at løfte, efter de er begyndt at orientere sig mod eleverne som individer og ikke blot som en masse" (Dewey, 2009/1910, s. 9). Dette citat af John Dewey kunne være fra den skoledebat, der finder sted i dagens Danmark og ikke fra USA i 1909.

Debatten i Danmark går bl.a. på, hvordan man kan planlægge en differentieret undervisning, der tager hensyn til børnenes personlige læringsstile. Dewey svarer ikke på, hvordan problemet med læringsstilen skal behandles, men lægger vægt på, at barnets medfødte nysgerrighed, fantasi og interesse for at eksperimentere, rummer store pædagogiske muligheder.

Når man vil tilgodese barnets lyst til at eksperimentere og lade barnet lære af de erfaringer, de får ved at eksperimentere, er det oplagt at tilrettelægge en undervisning, der ligger tæt op af den måde videnskabsmænd arbejder på.

I dette afsnit vil jeg beskrive, hvordan refleksion er en del af de læreprocesser, elever og studerende arbejder med, når de arbejder med LEGO Mindstorms. Det vil blive beskrevet, hvordan en række refleksioner fører frem til en konklusion (Dewey, 2009, s. 15). Det fremgår flere steder i interviewene med informanterne, at de ser den naturvidenskabelige arbejdsmetode blive brugt i arbejdet med at fremstille og programmere robotterne.

Bodil udtrykker det på denne måde, " Så er vi ovre og eksperimentere – og så kommer Søren med den sidste gang – han var ikke med, da vi havde om teorien – men han kommer så med i opsamlingen. Så viser Søren også den naturvidenskabelige arbejdsmetode. Der er jeg sikker på, at der er en langt større forståelse nu, hvor de havde været ovre for at have fingrene i dejen. En langt større forståelse" (bilag 1 | 287).

Nedenfor gennemgås den naturvidenskabelige arbejdsmetode med udgangspunkt i undervisningsforløbene med LEGO Mindstorms, udarbejdet med inspiration fra sitet VirtuelGalathea3 (VirtuelGalathea3, Websted):

1. **Start – definere problemet.** I de beskrevne cases bliver eleverne stillet overfor et problem, som planlæggerne af undervisningen har defineret.
2. **Hypotese.** Hypotesen er en forestilling om, hvordan tingene hænger sammen. Man kan godt komme med et gæt på, hvordan det forholder sig. I casene bliver der lavet de første forberedelser til, hvordan det opstillede problem, kan løses. Hvordan bygges en robot, der kan løse problemet.
3. **Eksperiment.** Det første eksperiment tilrettelægges. Det første udkast til en robot bliver bygget. Der observeres på, om robotten kan holde. Er robotten god nok, begynder der nye eksperimenter med at programmere robotten i forhold til den opgave, der skal løses. Løses opgaven, bliver der ikke behov for flere eksperimenter. Løses opgaven ikke, må der tænkes over, hvad problemet er og hvilke ændringer, der skal foretages inden det næste eksperiment. Der kan blive tale om mange forsøg, inden der kan drages en konklusion.
4. **Konklusion** er en form for facit. Robotten er bygget rigtigt, og den kan programmeres til at løse opgaven.

Arbejdet med at løse et problem efter den naturvidenskabelige arbejdsmetode er en refleksiv tænkning, der stræber efter en konklusion, som Dewey beskriver det i afsnittet, "Refleksiv tænkning stræber efter en logisk slutning" (Dewey, 2009, s. 15). Værktøjet til at nå konklusionen ved at arbejde naturvidenskabeligt er iagttagelsen. Iagttagelsen er det, der skaber grobunden for det, der skal tænkes over. Iagttagelsen af robotbens bane giver muligheden for, at finde noget der skal ændres, noget der skal tænkes over (Dewey, 2009, s. 208).

Når børnene reflekterer for at lære, bliver lærerens rolle en vejledende rolle og ikke en formidlende rolle. I arbejdet med at løse opgaver ved hjælp af programmering af robotten, er det ikke løsningen af problemet

der er behov for, men en samtale, der kan føre eleven frem til tænkning der løser opgaven (Dewey, 2009, s. 220).

I interviewet med Mette og Søren gør de rede for, at være bevidste om denne rolle. Mette siger det sådan, *"For mig er den der vejleder rolle. Hvis det kører fint for dem går jeg ikke ind og blander mig. Fordi hvis de har deres egne ideer skal de have lov udføre dem. Men hvis de sidder fast skal man kunne hjælpe dem videre så de ikke bare sidder fast"* (bilag 3 I 65).

Lige netop ovenstående citat viser, at både Vygotskijs teori om zonen for den nærmeste udvikling (afsnit C) og den naturvidenskabelige arbejdsmetode er synlige i arbejdet med LEGO Mindstorms.

Den teoretiske gennemgang af erfaringspædagogikken er et fast emne i pædagogikundervisningen. Bodil stod overfor at skulle arbejde med John Dewey og hun gør rede sine tanker på denne måde, *"... jamen vi arbejdede med erfaringspædagogik – og så må jeg da indrømme, at det var lidt tilfældigt, at jeg fik ideen – men nu er det da noget, jeg vil arbejde mere systematisk med fremover, tænker jeg. Det var lidt tilfældigt. Hvordan kan vi konkretisere alle disse teorier? Så gik Søren ind og foreslog, at vi skulle over i Lego Education Centeret nogle timer. Før de studerende kom derover havde de et teoretisk udgangspunkt"* (bilag 1I12).

Bodil vælger teori og praksismodellen for at understøtte den teoretiske del af sin undervisning. På spørgsmål om hendes oplæg svarer hun, *"Jamen jeg havde gennemgået de klassiske seks syv faser, som jeg ikke lige kan stå og sige – men det der med hypoteser, afprøve og verificere"* (bilag 1 I 19).

Bodil gør her rede for opdelingen af sin undervisning i pædagogik. Den er delt op som en tretrinsraket. Først teori, så praksis i LEGO Education Centeret og derefter teori igen. Hun udtaler, *"... Den dag med teorien, hvor jeg så slutter af og lægger en transparent på med den naturvidenskabelige arbejdsmetode. Og det ser de studerende ud til at forstå og genkende, ikke? Så er vi ovre og eksperimenterer – og så kommer Søren med den sidste gang – han var ikke med den da vi havde om teorien – men han kommer så med i opsamlingen. Så viser Søren også den naturvidenskabelige arbejdsmetode. Der er jeg sikker på, at der er en langt større forståelse nu, hvor de har været ovre for at have fingre i dejen. En langt større forståelse – nå ja det var der vi gjorde sådan – det var der vi kørte fast – det der med at formulere en ny hypotese. Nu har de noget at hænge det op på. Det er det man kan savne hvis man bliver ved tavlen. Det var i princippet det samme Søren og jeg havde vist"* (bilag 1 I 285).

Med disse to udtalelser fra Bodil, er det tydeligt, at hun ser en pædagogisk fordel i, at synliggøre Deweys teorier ved at bruge LEGO Mindstorms. Hun mener, at de studerende efter at have arbejdet med LEGO Mindstorms bedre kan forholde sig til teorierne.

Mette så også, hvordan eleverne byggede deres kundskaber op ved at eksperimentere. Hun udtaler, *".. men jeg tror da at man bruger forskellige strategier for at lære det. Det kunne man se på de der elever. Først prøver de sig frem, så kan de overføre noget fra den første øvelse de havde lavet til den næste øvelse. De havde gjort sig nogle erfaringer. Så de skulle bruge en lidt anden strategi for at løse opgaven"* (Bilag 2 I 44).

Mette havde således også iagttaget, at eleverne arbejder med at prøve og derefter reflektere og så prøve igen.

Jannik gør også rede for, at han bruger den naturvidenskabelige metode, når han skal finde frem til løsningen af et problem med robotterne, *"Jamen jeg tror, at vi bare prøvede os frem. Vi startede med at gøre noget, og hvad der skete der så her. Hvad gjorde robotten, når vi programmerede den til at gøre det her. Det virkede overhovedet ikke, så måtte vi prøve noget andet. Så vi pejlede os ind på det på en eller anden måde"* (Bilag 2 | 38).

De ovennævnte eksempler viser tydeligt, at refleksionen i den naturvidenskabelige arbejdsmetode bliver anvendt til at skabe læring i arbejdet med robotterne.

## E. Konstruktivisme

Jeg vil nedenfor behandle den konstruktivistiske tænkning om læring understøttet med eksempler fra undervisningsforløbene, der er beskrevet i casene.

I interviewet med Per peger han på konstruktivisme som et mulighedsfelt i undervisningen. Han udtrykker det sådan, *"... Og efter var der så en opsamling af mulighedsfeltet, hvor man selv skulle beskrive, hvad man var blevet udsat for. Der var så forskellige placeringer. Der var konstruktivisme ....."* (Bilag 1 | 102). Per ser, at konstruktivismen er en af læringsteoriene, der har været i spil i undervisningen med LEGO Mindstorms.

Jean Piaget er anerkendt som en af fædrene bag den konstruktivistiske læringsteori, der beskriver, at menneskene gennem læring og erkendelse selv konstruerer deres forståelse af omverdenen. Piagets peger på læring som en ligevægtsproces, hvor adaptation er en aktiv tilpasningsproces, hvorved individet tilpasser sig omgivelserne. Denne proces afbalanceres af assimilative og akkomodative processer (Illeris, 2007, s. 50).

Eleverne sidder med en kasse LEGO Mindstorms foran sig (case C). Der er LEGO klodser i forskellige farver og længder, der er ledninger og en stor klods med display. Der skal bygges en robot, som skal løse opgaver, der kan afdække, hvorvidt menneskeheden kan flytte til planeten Legonus. Ved løsningen af den opgave opbygger den enkelte elev strukturer i hjernen. Den konstruktivistiske læringsteori beskriver det som læring (Illeris, 2007).

I den konstruktivistiske teori er fokus på, at læring foregår opgaveorienteret. *"Det går ud på, mennesker gennem læring og erkendelse selv konstruerer deres forståelse af omverdenen"* (Illeris, 2007, s. 49).

Eleverne har mange opgaver, de skal løse for at finde ud af, om der kan skabes en bosættelse på Legonus, og der skal dannes mange nye mentale strukturer. Først skal der bygges en robot, som skal kunne programmeres til løsning af de stillede opgaver. Det er i overensstemmelse med teorien, der lægger op til, at læringsaktiviteterne skal være rettet mod design og opdagelse. Læringsteorien lægger endvidere op til, at undervisningen lægges i simulerede verdener. I denne sammenhæng er verdenerne planeten Jorden, som eleverne lever på, og udforskningen af en fremmed planet Legonus. Eleverne konstruerer bestemte begrebsstrukturer ved deltagelse i de selvstyrende processer (Wenger, 2008, s. 316).

I denne analyse er det tydeligt, at den konstruktivistiske læringsteori er baggrunden for de læringsforløb, der er beskrevet i casene.

Det er ikke blot eleverne, der arbejder ud fra den konstruktivistiske læringsteori. I de processer, de studerende arbejder sig igennem ved planlægningen og gennemførelsen af undervisningsforløbene, kommer de også til at arbejde med de arbejdsprocesser, der er beskrevet ovenfor. De studerende kommer også til at opbygge nye mentale strukturer, og de arbejder også ud fra en konstruktivistisk læringsteori.



## 1. Socialkonstruktivisme

I de sammenhænge der er beskrevet i casene, er eleverne ikke alene. De arbejder sammen i et fællesskab for, at finde frem til løsningerne af opgaverne. Eleverne lærer af arbejdet i praksisfællesskaber. Etien Wenger udtrykker det på denne måde, *"den personlige mest transformative læring er den læring, der er forbundet med medlemskab af disse praksisfællesskaber"* (Wenger, 2008, s. 17).

De studerende arbejder sammen om at overvinde de udfordringer, de har taget på sig, ved at invitere elever til at deltage i "En dag med robotter". Anerkender man, at læring er en konstruktiv proces, og anerkender man, at læring bedst finder sted i sociale praksisfællesskaber, så anerkender man også, at den bedste læring finder sted som en socialkonstruktivistisk proces.

Mette konstaterer, at de studerende, der planlagde case B arbejdede efter et socialkonstruktivistisk princip (bilag 3 I 155). Teorien om socialkonstruktivisme er dermed til stede både i planlægningen af undervisningsforløbene, og når eleverne gruppevis arbejder sig igennem opgaverne, der er formuleret i undervisningsforløbene "Mission to Mars" og "Udforskningen af Legonus".

Mette og Søren var inspirerede af LEGO Mindstorms til, at lave et studieprodukt, og de satte sig derfor ind i læringsteoriernes konstruktivisme og socialkonstruktivisme.

En af de studerende, der arbejder med case C udtrykker det på denne måde, *"Det at man finder ud af at det nytter altså ikke noget, hvis gruppen ikke fungerer. Så kan det godt være, at man kan komme ret langt til at starte med, men på et eller andet tidspunkt får man et problem, som kun kan løses i samarbejdet i gruppen, når man trækker alle med ind over. I de grupper hvor samarbejdet ikke fungerede, kom de ikke lige så langt som i de grupper hvor det fungerede"* (bilag 2 I 195).

Under planlægningen af undervisningen arbejder de studerende i en socialkonstruktivistisk proces. Det er også tydeligt, at eleverne arbejder socialkonstruktivistisk i deres bestræbelser på at løse opgaverne og dermed er disse læringsteorier blevet synlige gennem et praksisarbejde.

## F. Konstruktionisme

*"Da jeg første gang så betegnelsen "konstruktionisme" i en LEGO-brochure stejlede jeg. De måtte have misforstået noget eller lavet en trykfejl"* (Nissen, websted). Poul-Otto Nissen havde ikke noget kendskab til konstruktionisme. Der er ikke nogen af informanterne, der nævner konstruktionisme i interviewene. Jeg har også måttet konstatere, at der ingen litteratur er om denne læringsteori i biblioteket på Læreruddannelsen i Silkeborg.

Efterfølgende vil jeg beskrive læringsteorien, og hvordan den indgår i undervisningsforløbene i casene. Dette vil jeg gøre ud fra egne iagttagelser.

Seymour Papert står som ophavsmanden til den konstruktionistiske læringsteori, som ligger tæt op ad konstruktivismen. Inspirationen til konstruktionismen kommer formodentlig fra samarbejdet mellem Piaget og Papert.

Konstruktivismen bygger på, at viden opbygges af den lærende selv. Det er også tilfældet med konstruktionismen. Til forskel fra konstruktivisme er konstruktionisme kendetegnet ved at den lærende



bedst lærer ved, at designe og konstruere noget ved anvendelse af artefakter i en aktiv skabelses proces (Ackermann, Websted).

### 1. Socialkonstruktionisme

Wenger siger, at den bedste læring finder sted i praksisfællesskaber. Det kan overføres til konstruktionistiske praksisfællesskaber. Det sociale fællesskab om læring ved konstruktionisme betegnes som socialkonstruktionisme.

Eleverne er i denne aktive skabende proces, når de bygger og programmerer robotter som beskrevet i casene. De arbejder sammen i sociale praksisfællesskaber og de arbejder dermed socialkonstruktionistisk.

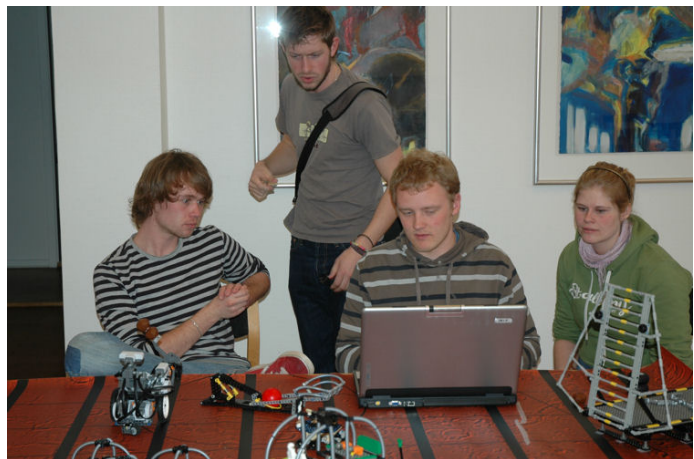
I case A er de studerende meget involverede i at designe og konstruere robotter i en socialkonstruktionistisk læringsproces. Lærerne har dermed en oplagt mulighed for at diskutere teorien med udgangspunkt i praksisforløbet.

### G. Projektarbejdsformen

Undervisningsforløbene "Mission til Mars" og "Udforskning af Legonus" er projekter, som de studerende har tilrettelagt som et led i deres uddannelse. De benytter en mulighed for at arbejde projektorienteret for at få flere kompetencer og dermed blive dygtigere lærerstuderende. I det efterfølgende vil jeg sætte projektarbejdsformen ind i de konkrete projekter, de studerende har arbejdet med ved planlægning og tilrettelæggelse af undervisningsforløbene. Der er her en tydelig sammenhæng mellem virksomhedsteorien (Illeris, 2007, s. 71) og projektarbejdsformen.

For at analysere de studerendes projektarbejde tager jeg udgangspunkt i Mads Hermansens syv punkter, hvor han lægger op til konfrontativ og udfordrende pædagogik (Hermansden, 2005, s. 116). Projektarbejdsformen karakteriseres ved:

- **Meningsfuldhed.** Mette, Anders, Rene og Søren havde sat sig ind i en del af LEGO Mindstorms muligheder ved at arbejde med opgaver fra First Lego League. De havde fundet mening ved, at løse de problemstillinger der fandtes i den sammenhæng, men tiden var kommet til nye udfordringer. Derfor foreslog jeg, at vi sammen skulle lave "En dag med robotter." Det så de fire lærerstuderende en mening med og gik i gang med planlægningen af dagen.
- **Problemorienteret.** De var studerende på første årgang og havde ikke meget praktisk erfaring, så de benyttede sig af muligheden for, at få mere praktisk erfaring. I den første planlægning var der mange problemer, der skulle vendes inden dagens didaktiske ramme var på plads.
- **Deltagerstyring.** De havde været i en kort praktik, der var styret af den tilknyttede praktiklærer. De så muligheder i, at de nu selv skulle planlægge dagen med mig som vejleder.



Figur 12. Søren, Anders, Rene og Mette planlægger "En dag med robotter"

- **Sammenkobling af teori og praksis.** Som førsteårsstuderende havde de endnu ikke modtaget undervisning i almen didaktik, men det var tydeligt, at de havde modtaget undervisning i fagdidaktik. Søren og Mette var så optagede af teorierne, at de bad om lov til at lave et studieprodukt om "En dag med robotter" for, at de på den måde kunne fordybe sig yderligere i teorierne i forbindelse med projektet.
- **Generalisering.** I planlægningen af "En dag med robotter" får de studerende pædagogiske og didaktiske kompetencer, som de efterfølgende kan bruge i andre sammenhænge i lærerstudiet.
- **Samfundsforståelse.** Forståelsen af læreruddannelsens pædagogiske og didaktiske elementer, som de studerende får med sig ved dette projekt, giver dem større mulighed for at forstå de muligheder uddannelsen rummer.
- **Projektfremstilling.** Dagen hvor "Mission to Mars" eller "Udforskning af Legonus" skal gennemføres, bliver produktet virkelig afprøvet. Hele det pædagogiske og didaktiske arbejde bliver sat til skue for eleverne og de lærere, der følger med eleverne.

Søren siger sådan om undervisningsforløbet, *"Der var jo nogle didaktiske overvejelser og et undervisningsforløb vi planlagde til den dag. Vi brugte godt nok lang tid på, at diskutere hvad vi skulle lave"* (bilag 3 I. 153).

Udtalelsen giver udtryk for, at de studerende havde været igennem et planlægningsforløb, hvor de brugte meget tid på at tale sig frem til de pædagogiske og didaktiske sammenhænge for dagen.

Søren giver desuden udtryk for, at det styrker læreruddannelsen at arbejde sammen med eleverne. Han siger *"... for der er jo ikke så meget praktik i forvejen. Så med det samme man kan få nogle elever i hænderne er det at foretrække"* (bilag 3 I 274). Søren henviser her til vigtigheden af at have meningsfuldhed i uddannelsen i form af disse projekter.

Det er tydeligt, at alle punkter i Hermansens model for projektarbejdsformen er opfyldt i arbejdet med at planlægge og gennemføre de undervisningsforløb, der er beskrevet i case B og C.

## H. Classroom management

På spørgsmålet om hvad de studerende har fået med sig fra planlægningen og gennemførelsen af undervisningsforløbene, svarer Jannik, *"Der kan man godt sige Classroom management. Når man har eleverne er der en eller anden form for kaos. Konstrueret kaos man skal arbejde i. Jeg syntes det er fedt, at der ikke er så mange regler i undervisningssituationen. Man må selvfølgelig ikke gå på banen – men ellers forsøge alt. Jeg vil ikke rigtig blande mig – men det giver jo larm sådan nogle ting der. Og det gælder om at finde en middevej. Det synes jeg, man kan tage med sig som lærer."* (bilag 3 I 84).

Der er konstrueret kaos, når eleverne udforsker Legonus, mener Jannik (bilag 2 I 85). Det får ham til at tænke på Classroom management, som jeg her vil uddybe nedenfor.

Teorien om Classroom management fokuserer på undervisningens organisering, og at det er læreren, der organiserer undervisningen, så der bliver mulighed for optimal læring. I klassen skal der være trygge rammer og forudsigelighed (Bang-Larsen, 2004, s. 38).

Lærerstuderende hører om og mærker selv i deres praktikperioder, at det er vanskeligt at skabe en god atmosfære for indlæring i undervisningslokalerne, når der undervises. Eleverne opfører sig til tider uhensigtsmæssigt i forhold til at modtage undervisning. Classroom management bygger på, at elevernes adfærd er behavioristisk, noget eleven har tillært sig i samspil med andre. Den adfærd, der er tillært, kan være positiv som negativ i forhold til indlæringsituationen.

Det bliver dermed lærerens opgave, ifølge teorien om Classroom management, at arbejde med elevernes sociale adfærd i klaselokalet samtidig med, at eleverne modtager undervisning. Er læreren i den situation, at han har en klasse, hvor den sociale adfærd gør det vanskeligt eller umuligt at undervise, skal læreren være den, der arbejder på, at ændre eleverne måde at opføre sig på.

Det første, der kan være nødvendigt, er at gøre læreren bevidst om et sæt styringsværktøjer og teknikker, han kan bruge i undervisningen (Bang-Larsen, 2004, s. 40).

Der er fem hovedprincipper (Bang-Larsen, 2004, s. 41):

1. **Opmærksomhed på observerbar adfærd.** Læreren skal observere, hvad eleverne foretager sig uden at tænke på motiverne. Der er kun tale om observerbare kendsgerninger (Dewey, 2009, s. 227).
2. **Det forudsættes at al adfærd er indlært.** Der sættes indlæringsprocesser i gang fra en negativ social adfærd til en positiv social adfærd.
3. **Indlæring medfører forandring i adfærden.** Når der observeres ændringer i adfærden bruges tre kendte værktøjer fra adfærdsforskningen, stimulans, adfærd og konsekvens.
4. **Ændring af adfærd er overvejende afhængig af adfærdens konsekvens.** Når eleverne ændrer adfærd i positiv retning, giver det anledning til belønning. Det er meget positivt for indlæringen, da man må formode, at der opstår flere positive adfærdsændringer. Det er dermed vigtigt, at læreren hele tiden analyserer situationen i forhold til stimulans, adfærd og konsekvens.
5. **En adfærd er altid situationsbestemt.** Barnet skal lære at vurdere, hvad en passende adfærd er. Er der tale om en passende adfærd til situationen, skal barnet belønnes. Er der tale om en upassende adfærd til situationen, skal der være tale om negativ konsekvens.

Classroom management handler om planlægning af det gode undervisningsmiljø, der kan karakteriseres ved faglighed, overskuelighed, tid og ro, struktur og forudseelighed. Der arbejdes overordnet ud fra en positiv tilgang til ændring af børns sociale adfærd.

Lykkes det læreren at skabe et godt læringsmiljø i klassen, bliver han fritaget for at bruge energi på adfærdsproblemer, dermed kan han koncentrere sig om undervisning af klassen med støtte til de enkelte elever. Det er overensstemmende med det, som Dewey giver udtryk for om lærerens opgave, "*Lærerens bevidsthed må være fri til at iagttage elevernes mentale respons og bevægelse*" (Dewey, 2009, s. 227).

I sit arbejde med planlægning og gennemførelse af, "En dag med robotter" er Jannik kommet til at tænke på Classroom management, som en gevinst han kan bringe med sig i sin praksis som lærer. Det gør han, fordi undervisningssituationen er anderledes end en traditionel klasseundervisning. I denne sammenhæng er han med til at skabe et anderledes undervisningsrum, der kan have karakter af kaos, men hvor eleverne alligevel arbejder meget struktureret.

Undervisningen har præg af omhyggelig planlægning, således at de studerende altid vidste, hvor de var i dagens program. Eleverne havde et tydeligt billede af, hvad der skulle foregå på dagen, og de arbejdede, trods det ydre kaos, koncentrerede og målrettede, hvad der er i god overensstemmelse med princippet for Classroom management.

Metoden har fokus på adfærd ud fra en behavioristisk tankegang. I disse korte undervisningsforløb på seks lektioner er det ikke muligt, at iagttage en ændring af elevernes sociale adfærd. Det er derfor ikke muligt at påvise, at denne metode har en adfærdspåvirkning af eleverne i disse korte forløb.

Jeg kan sagtens se en mening med anvendelsen af modellen. Jeg vil dog tage udgangspunkt i et konstruktivistisk lærings syn, hvis jeg skal anvende modellen. Det er afgørende at der skabes et læringsrum, hvor eleverne kan reflektere. Det er elevernes aktivitet der skal være centrum.

### **I. Storyline-metoden**

En af de studerende, Søren, siger følgende, *"De fik dagsordenen at vide. De skulle i løbet af en time samle robotten, og så var der dette her programmeringskursus, og så ville de få en pause, hvorefter de så skulle uddanne sig til astronauter i den første programmeringsdel, så de kunne styre robotten når de kom op på Mars"* (bilag 3 I 134). Det, Søren her taler om fra case B, er Storyline-metoden.

I case C har de studerende tilrettelagt historier om rejsen til Legonus, hvor de har inddraget LEGO Mindstorms. Når en undervisning planlægges med en sammenhængende fortælling, hvor der arbejdes med personer, tid og sted, og der lægges vægt på kundskaber og færdigheder, er der lagt op til anvendelse af Storyline-metoden.

I dette afsnit vil jeg beskrive principperne i Storyline-metoden og hvordan Lego Mindstorms anvendes i metoden.

I 1994 stod de danske lærere overfor en ny folkeskolelov med nye krav til undervisningens tilrettelæggelse og gennemførelse. Der skulle bl.a. arbejdes med tværfaglige emner og problemstillinger, undervisningsdifferentiering, faglig fordybelse, overblik og oplevelse af sammenhæng. De samme udfordringer havde de skotske lærere været stillet overfor i 1965. Fred Rendell, Bill Michael og Steve Bell fra Jordanhill College udviklede en metode til at undervise tværfagligt og helhedsorienteret. Metoden fik navnet den Skotske metode efter metodens oprindelsesland. Efterfølgende er metoden omdøbt til Storyline-metoden (Jørgensen, 1994).

*"Storyline-metodens hovedmål er at skabe en sammenhæng (en fortælling) baseret på tre elementer: personer, tid og sted. Fortællingen skal sørge for, at de kundskaber og færdigheder, der er vigtige bestanddele i en god undervisning, indsættes i en - for eleverne - relevant sammenhæng"* (Jørgensen, 1994, s. 13).

Det er vigtigt for, at få succes med storyline, at der tages udgangspunkt i elevernes viden og forforståelse, i øvrigt som i al anden undervisning. I denne sammenhæng lægges endvidere op til elevernes kreativitet, fantasi og skabertrang. Der lægges op til en konstruktivistisk måde at lære på, når eleverne bygger deres viden op ved opgaveløsning, der bygger på viden eleverne allerede har i forvejen.

Storyline pædagogikken har følgende nøgleprincipper (Jørgensen, 1994, s. 18):

- ✓ Eleverne skal opleve og forstå, at deres forhåndsviden har værdi for undervisningen.
- ✓ Eleverne skal opleve at det er nødvendigt, at være aktiv i læringsammenhæng for at lære noget.
- ✓ Eleverne skal opleve helhed i skoledagen, hvor der lægges op til problemstillinger, der afføder nye spørgsmål, nye diskussioner og behov for undersøgelse og eksperimenter.
- ✓ Eleverne må have reel medbestemmelse i undervisningens planlægning og gennemførelse.
- ✓ Eleverne kan i den tematiske undervisning fremstille modeller, hvor det er nøje overvejet, hvordan de skal være udført. Der skal være vekselvirkning mellem teori og praksis. Den proces er med til at ændre hele klasse miljøet.
- ✓ Elever skal gennem det tematiske arbejde anvende deres forhåndsviden og erfaring. Ved det tematiske arbejde udbygges deres forhåndsviden til ny indsigt og forståelse.
- ✓ Læreren skal tilrettelægge rammerne for undervisningsforløbet, så det kan gennemføres i trygge rammer, så alle eleverne kan udfolde sig.

Undervisningsmiljøet skal være motiverende og kan være vigtigere end selve emnet, så det kan motivere og engagere eleverne. For at opnå et dynamisk læringsmiljø må læreren (Jørgensen, 1994, s. 13):

- opmuntre eleverne til at bruge deres fantasi
- acceptere at han ikke ved alt og at være katalysator for læringsprocessen
- vejlede med nøglespørgsmål
- erkende eleverne forhåndsviden
- opmuntre til videndeling
- opmuntre eleverne til at søge viden udenfor skolen
- løbende diskutere og reflektere over elevernes aktiviteter og produkter.

Når ovenstående punkter skal nås, er det nødvendigt, at undervisningens struktur er overskuelig for eleverne, samtidig med at undervisningen skal være progressiv og fremadskridende. Eleverne må gerne vise kreative løsningsmodeller. Der er også vigtigt, at læreren tillader at eleverne påvirker processen i hele undervisningsforløbet, selvom læreren mener, at han har tænkt på alt.

Sidse udtrykker det på følgende måde, *"Ja, at der både var et mål med gennemførelsen af selve banen, men også at hvis ikke de gennemførte denne bane, fik de ikke den der ledetråd. Der var to aspekter i det. Det var nødvendigt at køre derhen og at de fik den der ledetråd. Den fagfaglige ledetråd. De skulle kikke på det, de fik udleveret og, at der var en opsamling omkring ledetrådene, der skulle føre frem til livets byggesten. Den faglige kontekst var vigtig i denne sammenhæng, også fordi det blev gjort sjovt og interessant. Det var en anden måde at lære på end bare at få noget at vide"* (bilag 2 | 102).

I dette citat vender Sidse opmærksomheden mod det fagfaglige element i fortællingen, som også er et af de overordnede punkter i Storyline pædagogikken.

Storyline pædagogikken understøttes også i dette citat ved Sidse, *"Ja og så er det også en selvstændig arbejdsform, hvor læreren ikke er inde over. Ud over som vejleder ind imellem. Hvis der lige skal bruges noget vejledning til noget med opgaverne eller programmet. Læreren er ikke styrende."* (bilag 2 | 111). Det Sidse her peger på, er bl.a. vejledning med nøglespørgsmål.

I de studerendes arbejde med planlægningen af en dag med robotter, blev der planlagt en undervisning, der opfyldte væsentlige dele fra Storyline-metoden. I de korte forløb, der blev gennemført, var det ikke muligt at inddrage alle punkterne indenfor de rammer, de studerende havde arbejde med.

I den efterfølgende evaluering blev Storyline-metoden gennemarbejdet og det blev konkluderet, at det er en væsentlig metode inden for naturfagsundervisningen.

Storyline-metoden bliver anvendt i naturfagsundervisningen hvor den ses som relevant. Det sker ofte i teknologiundervisningen hvor der bygges modeller, som så kan sættes i en relevant sammenhæng. Der kan være tale om at de studerende skal lære at bygge en model op i trekanter, for at give stabilitet. Det gøres ved at bygge en bro eller et tårn, som så sættes ind i en by, hvor andre studerendes konstruktioner også findes. Der bygges ud fra et konstruktivistisk undervisningsprincip som så sættes ind i en storyline-metode.

---

## VIII. Konklusion

I dette projekt har jeg undersøgt, hvilket undervisningspotentiale der er i brugen af Lego Mindstorms, og hvordan arbejdet med programmering af robotter kan være med til at konkretisere og synliggøre pædagogiske og didaktiske teorier.

Jeg har arbejdet ud fra følgende problemformulering:

*Jeg vil undersøge og dokumentere, hvordan Lego Mindstorms kan anvendes som læringspotentiale til fremme af læringen i pædagogik og naturfag ved Læreruddannelsen i Silkeborg.*

---

Ved casestudies og analyse af interviews kan det konkluderes, at LEGO Mindstorms kan anvendes som læringspotentiale til fremme af læringen i pædagogik og naturfag. Der er syv pædagogiske og didaktiske teorier samt to metoder, der bliver synliggjorte ved arbejdet med LEGO Mindstorms. Det bliver således muligt at koble teorier og metoder med praksis, hvilket styrker læringen om både teorier og metoder.

### A. Teorier og metoder, der synliggør teori og praksis

I de efterfølgende afsnit findes delkonklusioner hver enkelt teori og metode:

#### a. Vidensformer

Batesons teori om vidensniveauer identificeres i flere sammenhænge. I case A har de studerende været i en praksis, hvor Batesons teori om vidensniveauer kan identificeres. Studerende kommer uden kvalifikationer og i løbet af fire eller seks lektioner kommer de på niveau 2 (kompetencer), enkelte studerende bliver også kreative og kommer dermed på niveau 3.

Med samme udgangspunkt er det også muligt at dokumentere begrebet kreativitet. De syv studerende, der har tilrettelagt og gennemført undervisningsforløbene "En dag med robotter", er nået op på det kreative 3. niveau. De tilrettelægger undervisningsforløb, hvor de anvender kompetencer fra deres linjefag sammen med kompetencer fra de pædagogiske fag.

De studerende kommer fra forskellige årgange og hold. Det medfører, at undervisningsforløbene bliver drøftet på mange niveauer i læreruddannelsen. Det er med til at danne en kultur, som er viden på 4. niveau.

Batesons teori om vidensformer kan efterfølgende tages op til drøftelse i klassen.

#### **b. Flow**

I alle cases konstateres det, at både studerende og elever er meget optagede af arbejdet med at bygge og programmere robotter. Al opmærksomhed rettes mod arbejdet med LEGO Mindstorms. De studerende er i en henflydende situation og eleverne er så optagede af arbejdet, at de glemmer alt andet.

Både studerende og elever bringes således i flow, når de arbejder med LEGO Mindstorms. Iagttagelserne om flow bringes efterfølgende ind i den teoretiske undervisning og der dannes en kobling mellem teori og praksis.

#### **c. Zonen for den nærmeste udvikling**

De studerende hjælper eleverne til at overskride deres faktiske evner ved at vejlede dem med udgangspunkt i teorien om zonen for den nærmeste udvikling. Eleverne bringes til at se deres egne problemer, så de derfra kan reflektere videre til løsning af problemet. De studerende drager aktivt teorien ind deres måde at vejlede på og kobler dermed teori sammen med praksis.

#### **d. Den naturvidenskabelige arbejdsmetode**

Der er som udgangspunkt fire trin i den naturvidenskabelige arbejdsmetode, der alle bliver meget synlige i arbejdet med LEGO Mindstorms. Oplægget til undervisningen definerer problemet. Derefter danner studerende og elever en hypotese om, hvordan robotten skal bygges og programmeres for at løse problemet. Det tredje trin er eksperimentet, hvor man går fra den solidt byggede robot til programmering. Tilfredsstiller eksperimentet hypotesen kan der drages en konklusion, der er det sidste trin i arbejdsmetoden. I modsat fald skal der udformes en ny hypotese, der igen søges tilfredsstillet ved et eksperiment.

De studerende kan bedre forholde sig til teorierne efter at have arbejdet med LEGO Mindstorms. De forstår og kan redegøre for de enkelte trin i arbejdsmetoden. De kan nu tydeligt se, at eleverne også arbejder efter denne metode. Der er således dokumenteret en tydelig sammenhæng mellem teori og praksis.

#### **e. Konstruktivisme**

Planlægningen af undervisningsforløbene er en læringsproces, hvor de studerende i deres planlægning kommer i situationer, hvor de gennem refleksion konstruerer deres undervisningsforløb.

Både studerende og elever arbejder flittigt med at løse de opgaver, der stilles i undervisningen. De konstruerer en robot og får dermed nye erkendelser. De erkender selv, om robotten har de

forventede funktioner. De konstruerer dermed deres egen viden. Denne situation er lærerig at tage op, når teorien efterfølgende skal diskuteres på klassen.

Det er ikke alene arbejdet med bygning og programmering af robotterne, der er konstruktivistisk. Der er også tale om en konstruktivistisk proces, når de studerende planlægger undervisningsforløbene.

#### **(1) Socialkonstruktivisme**

Planlægningen af undervisningsforløbene er en socialkonstruktivistisk proces, når de studerende arbejder sammen om at udarbejde didaktikken til gennemførelsen af undervisningsforløbene.

De studerende i case A og eleverne i casene B og C løser opgaverne i grupper, der fungerer som praksisfællesskaber. De arbejder dermed socialkonstruktivistisk.

#### **f. Konstruktionisme**

Informanterne kommer ikke ind på den konstruktionistiske læringsteori i interviewene. Jeg ser dog tydeligt, at denne læringsteori kommer i spil i alle tre cases.

Konstruktivismen bygger på, at viden opbygges af den lærende selv. Det er også tilfældet med konstruktionismen. I den konstruktionistiske teori lægges der vægt på, at den lærende lærer bedst ved at designe og konstruere noget ved anvendelse af artefakter i en aktiv skabelsesproces. Eleverne er i denne aktive skabende proces, når de bygger og programmerer robotter.

Med afsæt i ovennævnte kan de studerende undervises i teorien om konstruktionisme.

#### **(1) Socialkonstruktionisme**

De studerende og eleverne arbejder sammen i sociale praksisfællesskaber – det vil sige de arbejder socialkonstruktionistisk.

Socialkonstruktivismen peger på, at den bedste læring finder sted i praksisfællesskaber. Det kan overføres til konstruktionistiske praksisfællesskaber. Det sociale fællesskab om læring ved konstruktionisme betegnes som socialkonstruktionisme.

I alle casene er de studerende meget involverede i at designe og konstruere robotter i en socialkonstruktionistisk læringsproces. Der lægges hermed op til, at undervisningen i denne læringsteori kan planlægges som en teori praksis proces.

#### **g. Projektarbejdsformen**

De syv studerende, der har planlagt og gennemført undervisningsforløbene med LEGO Mindstorms, har arbejdet ud fra projektarbejdsformen. De processer, de har været igennem for at kunne gennemføre undervisningsforløbene, har været procesorienterede. De har planlagt undervisningen med udgangspunkt i Mads Hermansens syv punkter fra meningsfuldhed til projektfremstilling. Metoden er blevet synlig for de studerende, der således kan reflektere over deres egen arbejdsproces.



#### **h. Classroom management**

I et af interviewene bringer en af de studerende classroom management i spil som en metode, der med fordel kan anvendes i tilrettelæggelsen af undervisningen med LEGO Mindstorms. Classroom management handler om planlægning af det gode undervisningsmiljø. Der arbejdes overordnet ud fra en positiv tilgang til ændring af børns sociale adfærd.

Classroom management kan drøftes i den efterfølgende evaluering med udgangspunkt i den studerendes oplevelser. På denne måde bliver der en sammenhæng mellem teoretisk metode og praksis.

Metoden har fokus på adfærd ud fra en behavioristisk tankegang. I disse korte undervisningsforløb på seks lektioner er det ikke muligt, at iagttage en ændring af elevernes sociale adfærd. Det er derfor ikke muligt at påvise, at denne metode har en adfærdspåvirkning af eleverne i disse korte forløb.

Skal jeg anvende metoden vil jeg tage udgangspunkt i et konstruktivistisk læringssyn og skele til metodens ambition om at planlægge det gode undervisningsmiljø.

#### **i. Storyline-metoden**

Undervisningen i casene B og C er planlagt som en sammenhængende fortælling, hvor temaerne er udforskningen af en planet. Der arbejdes med personer, tid og sted og der lægges vægt på kundskaber og færdigheder. De studerende har hermed tilgodeset væsentlige punkter fra storyline-metoden i de undervisningsforløb, som de har planlagt og gennemført.

Storyline-metoden bliver anvendt i naturfagsundervisningen, hvor den ses som relevant. Det sker ofte i teknologiundervisningen, hvor der bygges modeller, som så kan sættes i en relevant sammenhæng. Dette er motiverende for såvel studerende som elever.

Denne undersøgelse af læringspotentialer i LEGO Mindstorms er gennemført for, at overbevise ledelsen på Læreruddannelsen i Silkeborg om, at anvendelsen af denne undervisningsteknologi skal indskrives i uddannelsens studieordning.

Jeg vil anmode ledelsen om at læse rapporten, så de kan blive bevidste om de læringsmuligheder der er belyst i dette projekt. På denne måde vil jeg sætte en proces i gang, for at få anvendelsen af LEGO Mindstorms indskrevet i studieordningen for de pædagogiske fag og naturfagene.

### **B. Perspektivering**

LEGO Mindstorms har et uudnyttet undervisningspotentiale i matematikundervisningen. Det har af tidsmæssige årsager ikke været muligt at belyse dette potentiale i projektet. Potentialet i matematikundervisningen kan gøres til genstand for en selvstændig undersøgelse.

Undersøgelsen havde stået stærkere, hvis lærere fra naturfagsafdelingen havde været inddraget. Det blev besluttet at gennemføre dette projekt i februar 2010. Naturfagslærerne kunne på det tidspunkt ikke afse tid til at lave en planændring, der gjorde det muligt for dem at planlægge og gennemføre et relevant undervisningsforløb med inddragelse af LEGO Mindstorms.

Jeg har undervejs i skriveprocessen konstateret, at der er et stort læringspotentiale i LEGO Mindstorms. Teknologien er et værktøj til problemløsning. Problemfeltet kan ses i et nyt lys og rejser et nyt spørgsmål om, hvorvidt teknologien kan anvendes i en bredere vifte af fag, fx psykologi, i læreruddannelsen.

---

## IX. Refleksion

### A. Interview kræver øvelse

Jeg vurderer, at mine teorivalg og metoder har været rigtige, idet de har givet mig den nødvendige indsigt i LEGO Mindstorms læringspotentiale.

I bogen "Interview - introduktion til et håndværk" bliver der i titlen gjort opmærksom på, at det er et håndværk at gennemføre et kvalitativt interview. Jeg må konstatere, at jeg endnu ikke har tilstrækkelig erfaring i at gennemføre selve interviewet. Selv med en god planlægning kræver det rutine, at opfange og forfølge alle de signaler, der kommer undervejs i et interview. I arbejdet med transskriberingen er jeg flere gange stødt på udtalelser, som jeg burde have forfulgt med uddybende spørgsmål. I min analyse havde jeg eksempelvis brug for flere informationer fra informanten omkring Classroom management.

### B. Nye perspektiver på samarbejde.

I de knap fire måneder der er arbejdet intenst med dette projekt, er der kommet nye perspektiver på samarbejdets nødvendighed. I den gruppe, jeg var med til at danne ved MIL studiets start, arbejdede vi rigtig godt sammen i halvandet år. Efter afleveringen af førsteårsprojektet var vi allerede klar over, at vi ikke ville lave masterprojektet sammen. Vi havde alle en interesse i at lave et projekt der var forankret i den arbejdsplads, hvor vi var ansat. I den periode, hvor masterprojektet er skrevet, har vi haft kontakt til hinanden via Skype flere gange om ugen. Det har været en stor hjælp og inspiration i perioder, hvor det har været vanskeligt at komme videre med projektet. Vi har også søgt informationer hos hinanden.

### C. Et solidt fundament

Jeg er undervejs i processen blevet mere og mere bevidst om, at det er væsentligt at have ramme og struktur på plads inden skriveprocessen for alvor går i gang. Uden en klar problemformulering og tydelig metode er det vanskeligt at holde den røde tråd, der går fra problemformulering til konklusion og holder opgaven samlet. Den erkendelse kan jeg bringe ind i mit daglige arbejde, når jeg vejleder studerende i forbindelse med projektarbejde.

Jeg har i arbejdet med dette projekt fået løftet min viden op i et helhedsperspektiv, der giver mig et godt udgangspunkt for at være med til at præge udviklingen af lærerstudiet.

---

## X. Litteraturliste

Ackermann, E. (Websted). *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism*. Hentede 25. april 2010 fra [http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20\\_%20Papert.pdf](http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf).

Andersen, I. (2008). *Den skinbarlige virkelighed - videnproduktion inden for samfundsvidenskaberne*. Frederiksberg C: Samfundslitteratur.

Bang-Larsen, O. (Marts 2004). Classroommanagement. *Kvan*, s. 38.

Becker-Christensen, C. (1991). *Politiken Nudansk ordbog*. København: Politiken.

Buch, H. Sølberg, J. (2004). *Mars 2003 og Dansk Rumfart*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet og forfatterne.

Dewey, J. (2009). *Hvordan tænker vi*. Århus: Forlaget Klim. Første udgave på originalsprog udgivet i 1910.

Hermansen, M. (2005). *Læringens univers*. Århus: Forlaget klim.

Him, H. og Hippe, E. (2007). *Læring gennem oplevelse, forståelse og handling*. København: Gyldendals Boghandel.

Illeris, K. (2007). *Læring*. Roskilde: Roskilde Universitetsforlag.

Jeff Burn, D. F. (Marts 1996). *Konstruktionisme på MLC*. Hentede 30. Marts 2010 fra Ministeriet for Videnskab, Teknologi og udvikling: <http://vtu.dk/filer/publikationer/1996/den-baerbare-revolution-it-i-undervisningen/html/konstruk.htm#k3>.

Järvinen, M. (2005). *Kvalitative metoder i et interaktionistisk perspektiv. Interview, observationer og dokumenter*. København: Hans Reitzels Forlag.

Jørgensen, I. (1994). Hvorfor så megen snak om skotst pædagogik. I K. Holdbæk, *Storyline pædagogikken* (s. 9). Århus: Gyldendalske Boghandel.

Jørgensen, I. (1994). *Storyline pædagogikken. Nye veje til tværfaglighed og undervisningsdifferentiering*. København: gyldendal.

Knoop, H. H. (2.. Februar 2009). *Flow - Orden i hovedet på den fede måde*. Hentede 1. Maj 2010 fra Danmarks pædagogiske universitets skole: <http://www.dpu.dk/site.aspx?p=13216>.

Knoop, H. H. (2005). Om kunsten at finde flow i en verden, der ofte forhindrer det. I H. H. Knoop, *Et nyt læringslandskab - Flow, intelligens og det gode læringsmiljø* (s. 107 - 129). Virum: Dansk Psykologisk Forlag.

Knoop, H. H. (12. 4 2009). *Blivklogere.dk*. Hentede 1. 5 2010 fra Flow: <http://www.blivklog.dk/page3573.aspx#18691>.

Kringelbach, M. L. (2006). Hjerneum : læring, motivation og emotion. I P. Nielsen, *Innovation og aflæring* (s. 18-48). Torshavn: Föroya Læraraskúli.

Kupferberg, F. (December 2006). Pædagogik, læring og kreativitet. At integrere i kaos. *Kvan*, s. 13.

Kvale, S. og Brinkmann (2009). *Interview Introduktion til et håndværk*. København: Hans Reitzels Forlag.

Kvale, S. (1997). *InterView. En introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. København: Hans Reitzels Forlag.

Nielsen, J. (2008). Introduktion til en erkendelsesmodel. *Master i Ikt og Læring. Modul 2. Ikt og interaktionsdesign*. Ålborg Universitet.

Nissen, P.-O. (u.d.). *Mikroværkstedet*. Hentede 14. April 2010 fra Legetøj at tænke med: <http://www.mikrov.dk/sw1251.asp>.

Papert, S. (1983). *Den totale Skildpaddetur Børn, datamaskiner og kreativ tænkning "Mindstorms"*. København: G.E.C.Gad.

Papert, S. (1993/Second edition). *Mindstorms. Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.

Prinds, E. (1999). *Rum til læring. En idé- og debatbog om nye læringsformer med IKT*. København: Center for teknologistøttet uddannelse.

Qvortrup, L. (Websted). *Det lærende samfund - læring, kompetance, dannelse og IT i det hyperkomplekse samfund*. Hentede 25. April 2010 fra <http://www.it-strategi.uvm.dk/forfatter/showinfo.php3?id=55&type=preview>.

Qvortrup, L. (2001). *Det lærende samfund Hyperkompleksitet og viden*. København: Gyldendal.

Strandberg, L. (2009). *Vygotskij i praksis*. København: Akademisk forlag.

Tempel, M. (1998). *Logo Foundation*. Hentede 3. maj 2010 fra Programmable Brick from LEGO: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/pubs/logoupdate/v7n1/v7n1-pbrick.html>.

VirtuelGalathea3. (u.d.). *Den naturvidenskabelige arbejds metode og tankegang*. Hentede 5. maj 2010 fra Virtuel Galathea3: <http://virtuelgalathea3.dk/artikel/naturvidenskabelige-arbejds metode-og-tankegang>.

Wenger, E. (2008). Praksisfællesskaber. Læring, Mening og identitet. *Master i Ikt og Læring Efterår 2008*. Masteruddannelsen i Ikt og Læring.

## A. Figuroversigt

|   |    |
|---|----|
| <i>Figur 1 RCX der er bygget til en kørende robot. Eget Foto</i> .....                  | 6  |
| <i>Figur 2 NXT. Eget Foto</i> .....   | 6  |
| <i>Figur 3 Bygning af rower i Mars 2003 projektet. Eget Foto</i> .....                  | 7  |
| <i>Figur 4 Kolbs læringscirkel (Illeris, 2006, s. 67)</i> .....                         | 10 |
| <i>Figur 5 Didaktisk relationsmodel</i> .....   | 11 |
| <i>Figur 6 Der tænkes. Billede fra undervisning beskrevet i case A. Eget Foto</i> ..... | 19 |
| <i>Figur 7 Tavle med nøgleord fra undervisningen. Eget Foto</i> .....                   | 20 |
| <i>Figur 8 Elever udveksler ideer om robotens bygning. Eget Foto</i> .....              | 22 |
| <i>Figur 9 Eleverne udforsker Legonus. Eget Foto</i> .....                              | 27 |

*Figur 10 Vidensformer skematik tilpasset brugen af LEGO Mindstorms inspireret af Lars Qvortrup..... 28*  
*Figur 11. Begejstring over at robotten nåede målet. Eget Foto ..... 31*  
*Figur 12. Søren, Anders, Rene og Mette planlægger "En dag med robotter". Eget Foto..... 37*

## **B. Bilagsoversigt**

- Bilag 1 Transskribering af interview med Bodil og Per.
- Bilag 2 Transskribering af interview med Sidse, Mette, Jannik.
- Bilag 3 Transskribering af interview med Mette og Søren.
- Bilag 4 Transskribering af interview med Anders og Rene.
- Bilag 5 Lego på skemaet.
- Bilag 6 Silkeborg Seminarium i front.
- Bilag 7 Lego en dag med robotter.
- Bilag 8 Interviewguide.
- Bilag 9 Integration af it i læreruddannelsen.
- Bilag 10 LEGO Education Center.
- Bilag 11 Robert Rasmussen.
- Bilag 12 Mission to Mars. Invitation.