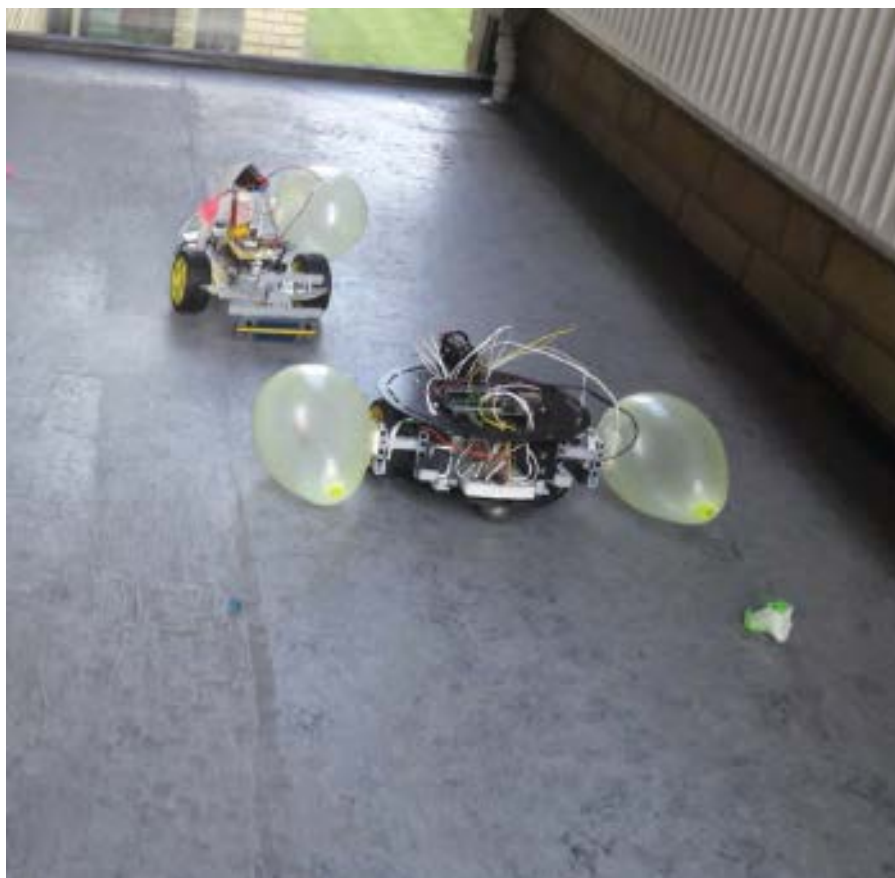




Den lille ingeniør - Motivation i Praktisk arbejdsfællesskab



Jan Boddum Larsen
Masterafhandling – Master i scienceundervisning

Vejleder: Ricardo Avelar Sotomaior Karam

IND's studenterserie nr. 64, 2018

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

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

28. Niven Adel Atie: Didaktiske situationer for fuldstændiggørelse af kvadratet i andengradsligningen (2013)
29. Morten C. B. Persson: Kvantekemi i gymnasiet - Tilrettelæggelse, udførelse og evaluering af et undervisningsforløb (2013)
30. Sofie Birch Jensen: Køn, evaluering og The Force Concept Inventory (2013)
31. Simone Gravlund Nielsen: Når børn forsker i matematik (2013)
32. Henrik Egholm Wessel: Smartphones as Scientific Instruments in Inquiry Based Science Education (2013)
33. Nicole Koefoed: Et didaktisk design om definition, eksistens og eksakt værdi af bestemt integral (2013)
34. Trine Louise Brøndt Nielsen: From Master's programme to labour market – A study on physics graduates' experience of the transition to the labour market (2013)
35. Rie Hjørnegaard Malm: Becoming a Geologist – Identity negotiations among first year geology students (2013)
36. Mariam Babrakzai Zadran: Gymnasiealgebra I et historisk perspektiv – Matematiske organisationer I gymnasiealgebra (2014)
37. Marie Lohmann-Jensen: Flipped Classroom – andet end blot en strukturel ændring af undervisningen? (2014)
38. Jeppe Willads Petersen: Talent – Why do we do it? (2014)
39. Jeanette Kjølbaek: One-dimensional regression in high school (2015)
40. Anders Wolfsberg: A praxeological investigation of divergence – Exploring challenges of teaching and learning math-in-physics (2015)
41. Asger Brix Jensen: Number tricks as a didactical tool for teaching elementary algebra (2015)
42. Katrine Frovin Gravesen: Forskningslignende situationer på et førsteårskursus I matematisk analyse (2015)
43. Lene Eriksen: Studie og forskningsforløb om modellering med variabelsammenhænge (2015)
44. Caroline Sofie Poulsen: Basic Algebra in the transition from lower secondary school to high school (2015)
45. Rasmus Olsen Svensson: Komparativ undersøgelse af deduktiv og induktiv matematikundervisning (2016)
46. Leonora Simony: Teaching authentic cutting-edge science to high school students(2016)
47. Lotte Nørtoft: The Trigonometric Functions - The transition from geometric tools to functions (2016)
48. Aske Henriksen: Pattern Analysis as Entrance to Algebraic Proof Situations at C-level (2016)
49. Maria Hørlyk Møller Kongshavn: Gymnasieelevers og Lærerstuderendes Viden Om Rationale Tal (2016)
50. Anne Kathrine Wellendorf Knudsen and Line Steckhahn Sørensen: The Themes of Trigonometry and Power Functions in Relation to the CAS Tool GeoGebra (2016)
51. Camilla Margrethe Mattson: A Study on Teacher Knowledge Employing Hypothetical Teacher Tasks - Based on the Principles of the Anthropological Theory of Didactics (2016)
52. Tanja Rosenberg Nielsen: Logical aspects of equations and equation solving - Upper secondary school students' practices with equations (2016)
53. Mikkel Mathias Lindahl and Jonas Kyhnæb: Teaching infinitesimal calculus in high school - with infinitesimals (2016)
54. Jonas Niemann: Becoming a Chemist – First Year at University
55. Laura Mark Jensen: Feedback er noget vi giver til hinanden - Udvikling af Praksis for Formativ Feedback på Kurset Almen Mikrobiologi (2017)
56. Linn Damsgaard & Lauge Bjørnskov Madsen: Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning på GUX-Nuuk (2017)
57. Sara Lehné: Modeling and Measuring Teachers' praxeologies for teaching Mathematics (2017)
58. Ida Viola Kalmark Andersen: Interdisciplinarity in the Basic Science Course (2017)
59. Niels Andreas Hvitved: Situations for modelling Fermi Problems with multivariate functions (2017)
60. Lasse Damgaard Christensen: How many people have ever lived? A study and research path (2018)
61. Adonis Anthony Barbaso: Student Difficulties concerning linear functions and linear models (2018)
62. Christina Frausing Binau & Dorte Salomonsen: Integreret naturfag i Danmark? (2018)
63. Jesper Melchjorsen & Pia Møller Jensen: Klasserumsledelse i naturvidenskabelige fag (2018)
64. **Jan Boddum Larsen, Den lille ingeniør - Motivation i Praktisk arbejdsfællesskab (2018)**

IND's studenterserie omfatter kandidatspecialer, bachelorprojekter og masterafhandlinger skrevet ved eller i tilknytning til Institut for Naturfagenes Didaktik. Disse drejer sig ofte om uddannelsesfaglige problemstillinger, der har interesse også uden for universitetets mure. De publiceres derfor i elektronisk form, naturligvis under forudsætning af samtykke fra forfatterne. Det er tale om studenterarbejder, og ikke endelige forskningspublikationer.

Se hele serien på: www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/

Abstract

Denne masteropgave er en undersøgelse om et ingeniørmæssigt eller produktorienteret undervisningsforløb kan motivere elever på HTX. Desuden ses det om det kan motivere nogle elevtyper mere end andre.

Der tages udgangspunkt i STEM fagene, og her er det specielt T-Teknologi og E-engineering samt kompetencer der er i spil i netop et produktorienteret forløb.

Der er arbejdet i en Camp i en uge med en konkurrence som afslutning, hvor det fysiske produkt vurderes.

Der er taget udgangspunkt i opsamling af empiri med flere forskellige metoder spørgeskema, felt observationer, motivationskurver og fokusinterview.

Forløbet peger på den komplekse sammenhæng der er mellem teknologi, motivation og et fysisk produkt. Forløbet er desuden inden for ingeniørdisciplinen elektronik og programmering. I det eleverne skal fremstille et fysisk produkt belyser i hændeværende rapport sammenhængen mellem hånds arbejde og hjernes arbejde.

Forord

Det er ikke nogen nem opgave at skrive en masteropgave. Selv om der er stor frustration, opgivenhed og irritation, er jeg ikke i tvivl om, at jeg ikke ville have været gået glip af denne erfaring i dag.

Der er en del som jeg ville kunne takke for at jeg er kommet igennem denne opgave med en positiv erfaring rigere.

Jeg vil starte med at takke eleverne på HC Ørsted Gymnasiet i Lyngby, der har givet mig mulighed for at observerer dem i et forløb og ikke mindst deres lærer Lasse Rønholdt. Han har åbenhjertet været læreren i forløbet og stået til mål for forløbet.

Der er også en tak til Albena I Nielsen, der har læst korrektur på opgaven, og kommet med input til opgaven i den sidste fase.

Desuden vil jeg takke min vejleder Ricardo Avelar Sotomaioir Karam fra IND, som har hjulpet mig med at komme i gang med opgaven og guidet mig i den rigtige retning. Jeg vil også gerne takke Jan Sølberg og Jens Dolin, som har hjulpet mig med at finde litteratur og studier om de ingeniørmæssige kompetencer.

Indholdsfortegnelse

Forside.....	1
Abstract	2
Forord	2
Indledning og problemformulering.....	4
Videnskabsteoretisk grundlag af didaktik.....	5
Socialkonstruktivisme	5
Didactical Engineering (Didaktisk ingeniørarbejde)	6
Elevtyper.....	10
Motivation hos eleverne.....	11
Indre motivation	11
Mestring, læring og progression	12
Socialt klima, relationer og tilhørsforhold	13
Relevans, anvendelse og formål	13
Indflydelse, autonomi og medskabelse	13
Flow	13
Tegn på motivation	14
Undervisningsforløbet.....	15
Undersøgelsesdesign.....	15
Elevtypespørgeskema	17
Observationer	18
Motivationskurver	18
Logbog	19
Interviews	19
Analyse	19
Analyse af empiri.....	20
Analyse af elevtype og motivation	20
Analyse af mestring, læring og progression	24
Analyse af relevans, anvendelse og formål	26
Analyse af socialt klima, relation og tilhør	28
Analyse af indflydelse, autonomi og medskabelse	30
Opsummering	32
Metodekritik og diskussion.....	34
Valg af interviewpersoner	35
Valg af elevtype inddeling	35
Ingeniørkompetencerne	35
Motivationskurverne	36
Logbogen	36
Reliabilitet, validitet og generaliserbarhed	36
Konklusionen.....	37
Perspektivering.....	38
Litteratur.....	39
Bilagsliste.....	41

Indledning og problemformulering

Inden for mange brancher i det moderne videnssamfund er der behov for medarbejdere der er omstillingsparate, så de hele livet skal lære [Hans Henrik Knoop, 2001]. Desuden er der behov for iværksættere og medarbejdere, der kan udvikle produkter [Version2 Ingeniøren]. Det er derfor vigtigt at udvikle pædagogiske og didaktiske undersøgelser/teorier løbende. Under udvikling af produkter er man nødt til at agere og være parat til at omstille sig løbende som samfundsborger. Det betyder, man løbende er nødt til at tænke kreativt og omstille sig. Det har medført nye og andre dannelses og kompetencer af mere innovativ karakter og derved andre former for læring [Qvortrup 2001].

Kompetence og dannelseskravene afspejler også i gymnasie bekendtgørelserne:

Htx-uddannelsen gennemføres med vægt på teknologiske, naturvidenskabelige og erhvervsrettede dannelsesperspektiver [Uddannelsen til teknisk studentereksamen htx].

Generelt forventes, at alle gymnasiale uddannelser opfylder følgende:

§1 Stk. 3. Uddannelserne skal have et dannelsesperspektiv med vægt på elevernes udvikling af personlig myndighed. Eleverne skal derfor lære at forholde sig reflekterende og ansvarligt til deres omverden: medmennesker, natur og samfund samt til deres udvikling. Uddannelserne skal tillige udvikle elevernes kreative og innovative evner og kritiske sans [Lov om de gymnasiale uddannelser].

I HTX har man fokus på det praktiske/anvendelses aspekt, da eleverne skal arbejde mere produkt- og handlingsorienteret. Der stilles krav om øget evaluering i undervisningen. Samtidig med, at man ønsker, at eleverne skal være mere innovative, kreative og produktorienteret [Holm Sørensen 2010]. Nedenfor er et uddrag af bekendtgørelsen der illustrer den dobbelt tydelighed omkring det teoretiske som de bliver eksamineret i og det mere erhvervsrettet:

§ 3. I uddannelsen til teknisk studentereksamen er fagligheden nært forbundet med teknologiske, naturvidenskabelige og erhvervsrettede dannelsesperspektiver. Uddannelsens formål, jf. § 1, realiseres således inden for teknologiske og naturvidenskabelige fagområder i kombination med almene fag. Uddannelsen skal udvikle elevernes evne til faglig fordybelse og deres forståelse af teoretisk viden som redskab for analyse af virkelighedsnære forhold. Der lægges i undervisningen vægt på produktudvikling, innovation, problemløsning og anvendt naturvidenskab, herunder ved kombination af teori og praktik i værksteder og laboratorier [Lov om de gymnasiale uddannelser].

Der sker løbende en udvikling af det digitale samfund, hvor mere og mere bliver digitaliseret. Det er derfor vigtigt, at de kommende medarbejdere er kritiske og i stand til at benytte disse nye teknologier. Mange unge (de digitale indfødte) er bruger eller befinder sig gerne i denne digitale verden. De bruger mange timer på at spille på spillemaskiner og computer [Walsh Kelly 8] og [Shapiro, Jordan et Al]. Hvis man kunne benytte den motivation og engagement i et læringsforløb, ville glæden ved at lære og åbne nye vinduer for eleverne være større.

Samtidigt er der et politisk ønske om at uddanne flere mennesker inden for de tekniske og naturvidenskabelige fag. I den nye diskurs er der kommet mere fokus på engineering for at motivere eleverne til at vække interesse for naturfag og teknologi. Engineering er en af de fag som indgår i STEM fagene (Science, Teknologi, Engineering og Matematik) [Astra, Kommissorium for strategigruppe for en nationalvidenskabsstrategi]. Så undervisning i STEM-fagene er meget aktuell i dag, da det er et uddannelsespolitisk ønske at have større erhvervsorienteret uddannelser, herunder et ønske om innovativ didaktik [Kelding & Qvortrup 2014].

Evaluering er således nød til at ske ved at se på tegn i læringen på motivation og den efterfølgende refleksion. Det er således vigtigt, at finde ud af hvilke kompetencer eleverne opnår ved et engineering undervisningsforløb. Der er meget stor enighed om, at STEM er vigtigt, men specielt når det drejer sig om Teknologi og Engineering, er det mere vanskeligt at definere, hvad eleverne skal lære, og hvad er fagligheden. I forhold til disciplinerne Matematik og Science, som hører mere hjemme i de "normale" fag, der er en længere tradition for, ifølge White [White 2014]. Det betyder, det er ret uklart, hvad der skal undervises i, og hvilke kompetencer der skal læres.

Jeg har gennem min tid, som underviser oplevet forskellige elevtyper. På et tidspunkt havde jeg en elev der var rigtig dygtig til at bruge sine hænder. Han skilte 3D printer af og samlede den igen. Nogle gange når jeg kom forbi, tænkte jeg den bliver aldrig til en 3D printer igen. Eleven lavede også interessante forbedringer. Nogle gange når den person vi havde købt 3D printeren kom forbi, spurgte han, om han måtte tage et billede og tage elevens ideer med tilbage til producenten af 3D printeren. Denne elev var ikke særlig stærk bogligt, men var meget drevet af at benytte sine hænder. Derfor vil jeg gerne se, om et undervisningsforløb med ingeniørmæssige kompetencer kunne være mere motiverende for elevtyper der ikke er bogligt stærke.

Problemformuleringen udmunder i:

Hvordan kan ingeniørmæssige kompetencer i et produktorienteret læringsforløb fremme motivationen for bestemte elevtyper til at lære?

Jeg vil lige snævre problemformuleringen lidt ind til, at jeg vil se på et ingeniørmæssig undervisningsforløb med brug af IT hjælpemidler vil motiver en bestemt elevtype der er mere handlingsorienteret. Det er 3G elever i et tværfagligt camp forløb.

Slutproduktet vil indgå i en konkurrence, hvor elevernes produkter evalueres. Desuden vil forløbet have fokus på den ingeniørmæssige disciplin inden for elektronik og programmering.

Videnskabsteoretisk grundlag af didaktik

Det jeg forstår ved "Videnskabsteoretisk perspektiv" er følgende:

"Et videnskabsteoretisk perspektiv er en betegnelse for den grundlæggende forståelse af verden og det grundlæggende syn på erkendelse, som en teori bygger på." [Justesen og Mik-Meyer 2010 s 13].

Jeg tager udgangspunkt i (social)konstruktivismen.

Socialkonstruktivisme

Der er forskellige opfattelser om, hvordan viden overføres til individer i forskellige læringsteorier. Ligeledes hvordan der skabes motivation hos de lærende, og hvordan man kan måle den viden, der er overført.

Kerneideen i konstruktivisme er, at viden ikke direkte kan overføres til eleven. Det kan kun lade sig gøre ved at skabe pædagogiske betingelser for succesfuld konstruktion af forståelse og viden. Hvis man ser det fra et filosofisk synspunkt: at hver af os konstruerer vores egen forståelse af verden ud fra det vi oplever. Det betyder, at vi alle har unikke synspunkter og opfattelser af verden.

Ifølge Piaget sker opbygning af ny viden ved at der opstår en kognitiv konflikt hos eleven mellem den eksisterende interne struktur (som han kalder mentale skemaer), og det der forgår eksternt. For at eliminere denne konflikt vil eleven danne nye eller ændre skemaerne for at genoprette den kognitive ligevægt (balance), som kendetegne ved assimilering af ny viden.

Professor Linda Harasim ser Piaget som en af grundlæggerne til tankerne bag konstruktivismen. Sammenfattede har Harasim følgende syn på konstruktivistisk læring, og læner sig tæt op ad Vigotsky [Harasim 2012 s61]:

Viden er en konstruktion, hvor læring handler om elevens konstruktion af viden der til passer sig til virkeligheden (individuel eller i grupper).

I mit forløb vil eleverne ud fra ovenstående konstruere viden inden for forskellige fagligheder i det produktorienterede forløb via fag som matematik, fysik, programmering og teknik (EI).

Socialkonstruktivisterne lægger vægten på, at viden opstår som individuelle mentale konstruktioner i sociale sammenhænger med andre mennesker og verden.

Harasim peger på følgende principper:

- Eleven indgår aktivt i læringsprocessen, i undervisningen. De aktive elementer, der indgår i undervisningen, bygger på en undersøgende tilgang til læring, problembaseret eller casebaseret [Harasim 2012 s71].
- Handling og produktfremstilling er et vigtigt element, idet læring sker ved at gøre noget eller fremstille produkter. Som Harasim siger, lære børn at gøre noget fremfor at lære dem noget. [Harasim 2012 s70] (Så hun sætter operationel viden lig forståelse).
- Samarbejde er en af grundpiller i socialkonstruktivismen. Harasim opfatter "cooperative learning", som en form for arbejdsdeling, til forskel fra praktiske læringsfællesskaber med tanker fra Wenger og Lave [Harasim 2012 s70].

Didactical Engineering (Didaktisk ingeniørarbejde)

Teknologien (her som et stykke legetøj til eleverne) kan indgå ved at udvide den traditionelle didaktiske trekant, så trekanten bliver til en didaktisk tetrahedron, denne anskuelse kommer fra [Ruthven 2012 s627]. Herved får teknologien en central rolle, da teknologien også har stor indflydelse på undervisningen. I mit tilfælde vil den mange gange udfordrer eleverne, til at reflektere over deres arbejde.

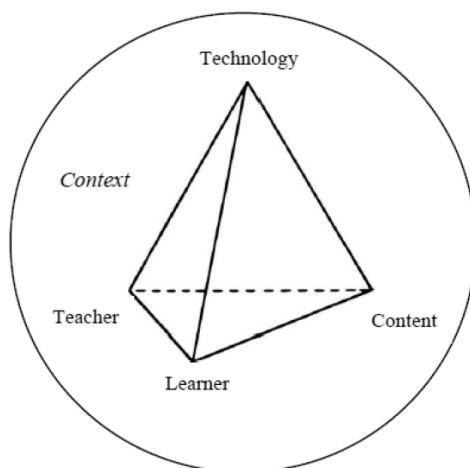
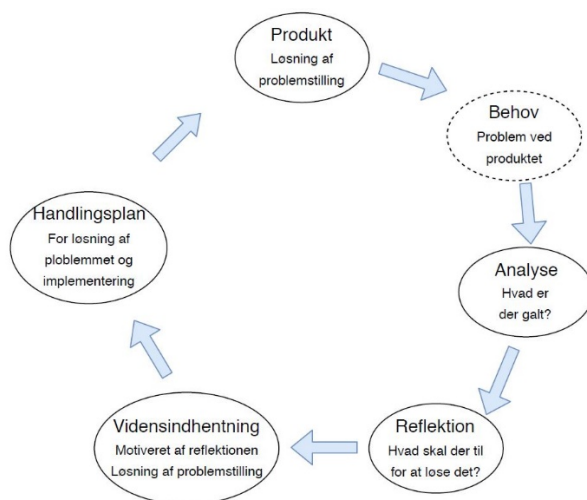


Fig. 6. The didactical tetrahedron

Figur 1: Didaktisk tetrahedron [Ruthven 2012 s627]

Ingeniørarbejdet involverer forskelligartede aktiviteter: fra rent teoretisk behandling af problemstillingen, gennem løsning på tegnebrættet til (fysisk) produktfremstilling, som det er forsøgt illustrerede gennem Kolbs lærings cirkel på figur 2.



Figur 2: Kolbs - en interpretation af læringsproces ved ingeniørpraksis

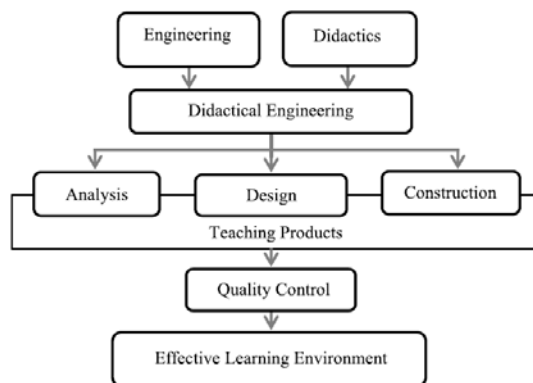
Følgende elementer indgår ingeniørarbejdet: analyse, design, modellering, konstruktion, afprøvning og udvikling.

Douady (Douady 1997 s. 373) definerer didaktisk ingeniørarbejde, som en serie af lærer og ingeniør relaterede didaktiske handlinger, som sikrer gennemførelse af et læringsprojekt med en gruppe af studerende. Altså: Ingeniørarbejde som omdrejningspunkt for den didaktiske situation/rum.

Derfor er det nødvendigt at indtænke ovenstående elementer i et forløb, da det ikke kun er didaktikken men også det ingeniørmæssige og ikke mindst kompetencer der er anderledes.

Derfor har didaktisk ingeniørarbejde sit eget fagområde der er karakteriseret ved følgende centrale punkter når man udvikler et undervisningsforløb:

- Analyse, design og konstruktion af resultatorienterede undervisningsprodukter
- Anvendelse af videnskabelige metoder og designtænkning til analysen af didaktiske systemer, processer og situationer for at skabe et effektivt læringsmiljø



Figur 3: Didaktisk engineering forslag i design af et undervisningsforløb [Tchoshanov s26]

Det betyder, at der både er et produkt og en proces der skal ind tænkes i planlægningen af et undervisningsforløb.

Der er mange holdninger til hvilke ingeniørkompetencer eleverne tilegner sig, når de arbejder i et ingeniørmæssigt læringsforløb. Det skyldes, at mange af læringsforløbene er meget åbne undervisningsrum og derved meget elevstyrede processer i undervisningen. Jeg har valgt at benytte Brophy et al [Brobyh 2008] studie, de har følgende kompetencer, som eleverne bliver bedre til:

- 1 Evaluere og forklare strukturen, opførelsen og funktionen af komplekse systemer (naturlige eller kunstige).
- 2 Udvikle kognitive modeller (mentale modeller eller skemaer) af hvordan "systemer" virker.
- 3 Designe og udføre eksperimenter og inddrage det i beslutningstagningen.
- 4 Kommunikere og forhandle ideer med andre.
- 5 Anvende geometrisk og rumlig begrundelse.
- 6 Repræsentere og administrere kompleksitet af et system ved hjælp af diagrammer.
- 7 Udtrykke ideer og resultater med matematik (beregninger, tabeller, diagrammer).
- 8 Syntetisere ideer (egne og andre) mod en passende løsning, der opfylder målet.
- 9 Udføre eksperimenter for at vurdere, om et design opfylder kriterierne for at opfylde målet.

Jeg vil prøve at forklare, hvorledes de forskellige kompetencer indgår i mit forløb og hvorledes jeg opfatter dem, numre i tabellen svarer til numrene på de forskellige kompetencer.

1	Eleverne skal være i stand til at evaluere på de fejl der opstår, samt den indsamlede viden og data for hele systemet.
2	Eleverne skal kunne udvikle mentale modeller for de del elementer og teknologi der indgår i hele systems virkemåde.
3	Eleverne skal løbende løse de problemer der opstår og tage de nødvendige beslutninger på dem. De skal udfører eksperimenter for, at se hvordan en del komponent opfører sig og her igennem tage en beslutning hvordan eleverne vil benytte disse resultater/data.
4	Eleverne skal gennem deres arbejde i grupper forhandle og diskutere sig frem til design og løsninger som indgår i deres produkt.
5	Elever skal kunne benytte geometriske eller rumlige repræsentationsformer til at begrunde deres valg, enten som formidling eller som en del af forhandlingen til understøttelse af deres ideer og design.
6	Eleverne skal kunne administrere/analyser komplekse system ved at nedbryde problemer/delelementer i mindre dele. Desuden skal de under deres udvikling benytte administrative system som projekt værktøjer.
7	Eleverne skal kunne trække på deres viden i andre fag til beregninger og systematiser data ved tabeller/ gruppering og diagrammer. Desuden skal eleverne kunne tolke forskellige diagrammer og dataplade på delprodukter der vil indgå i deres projekt.
8	Eleverne skal være i stand til at udvælge de brugbare ideer og omsætte dem til praktiske produkter.
9	Eleverne skal kunne teste deres produkt ved at udfører eksperimenter, og ud fra dette sige om deres produkt lever op til slut kravene for produktet.

Det videnskabsteoretiske afsæt afspejles i den måde, jeg tilrettelægger mit undervisningsforløb og den måde jeg tilrettelægger mit empiridesign. Jeg vil nedenfor beskrive nogle begreber der er gennemgående.

Det ligger ikke i de ingeniørmæssige kompetencer, at det skal forgå i grupper, men da det tit kommer til udtryk at samarbejde, solidaritet og diskussioner er et gennemgående tema, og mit undervisningsforløb ligger op til, at eleverne skal arbejde i grupper. Jeg vil også benytte de tre aktiviteter, som et

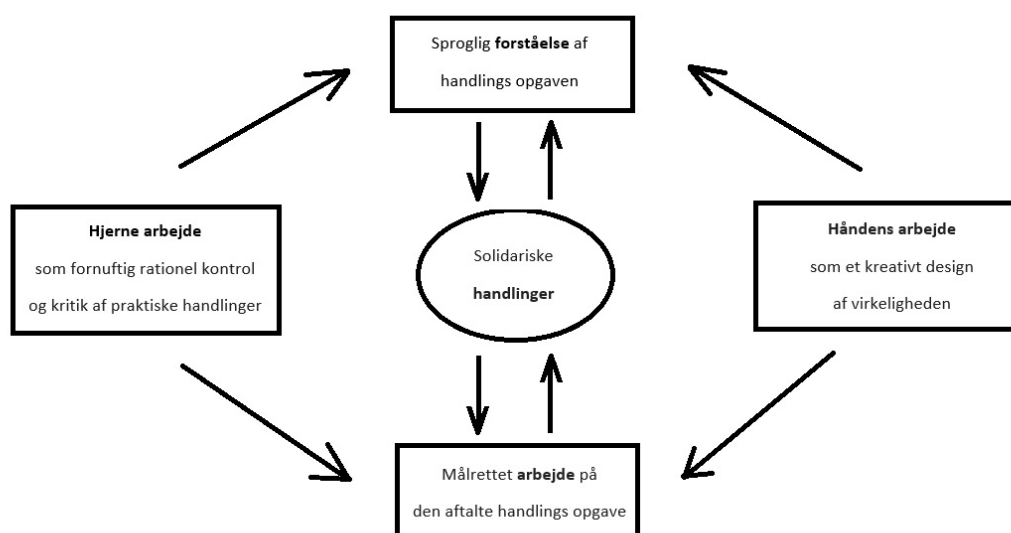
gennemgående tema. Det ligger også i god forlængelse af det socialkonstruktivistiske syn på læring. Solidaritet bliver er således centralt, da der i højgrad skal tages beslutninger, som alle skal være enige om at gennemføre. Dvs, at alle elever skal have ejerskab af både proces og produkt.

Elevorienteret og involverende, som betyder at elever har indflydelse på processen og produktet [Jank 2006 s254], beskriver det som elevaktiv og selvvirksom. Det betyder, at lade eleverne diskutere, afprøve, opdage, planlægge og forkaste. Det gælder i alle faser af forløbet (analyse, design og konstruktion).

Målrettet og produktorienteret som betyder, at det er en meningsgivende opgave gennem en konkret opgave der skal løses. Eller der skal arbejdes med en konkret problemstilling, og denne proces fører frem til et konkret produkt.

Det betyder også, at der er en dobbelthed, da produktet både er et middel i henhold til elevens læringsprocesser, men også et mål for undervisningen. Det betyder, at undervisningsforløbet både skal have en uddannelsesmæssig værdi og være meningsfuldt forehavende i sig selv. Den måde eleven arbejder på opgaven er vigtigt. Da det ifølge Gudjons [Gudjons 2008 s23] er tale om åbne problemstillinger med ikke klart definerede produkter, går en del af elevernes arbejde ud på løbende at omdefinere og bestemme, hvad problemet og produktet er. Det betyder, at eleverne prøver sig frem og løbende lærer af deres fejl, som også understøttes af Dewey [Dewey 1910, s68]. Derved for undervisningen en reflektiv dimension, i samspil med problemløsningen.

At der sker "arbejde med hjerne og hånden", har jeg valgt at benytte en tilgang som beskrevet nedenfor (figur 4). Denne model tager sit udgangs punkt i socialkonstruktivismen som beskrevet på s5 om videnskabsteoretisk grundlag af didaktik. Tanggaard og Brinkmann [Tanggaard 2010, s246] beskriver her håndens epistemologi, som har stor betydning for erkendelse hos mennesker via praktiske aktiviteter, hvor man mærker og føler. Det er til forskel fra, at man i den vestlige verden har meget fokus på at erkendelse går gennem øjne og ører. De to forfatter [Tanggaard 2010, s245] mener, at viden ikke er noget man præsenteres for men noget der skabes blandt andet gennem hånds epistemologi i sociale sammenhænge.



Figur 4: Model for arbejde med hjerne og hånden til at opnå handlinger

Den sproglige forståelse er en kommunikativ forståelse til at nå frem til en løsning på det produkt, som eleverne skal lave. Det betyder, at elever skal nå til enighed om hvordan de vil lave deres produkt. Igennem denne forståelse afklarer/formidle proces vil elever argumentere og analysere problemstillingen. De to kasser med "hjerne arbejde" (kognitive spring) og "håndens arbejde" (motoriske) er individuelle kognitive processer.

Det målrettede arbejde betyder, at eleverne tager ansvar for opgaven. Standarderne for dette stammer fra selve opgaven, og ikke fra elevernes eller lærers gode hensigter.

Der hvor den sproglige forståelse og det målrettede arbejde er godt afstemt vil der ske nogle solidariske handlinger omkring produktet. De praktiske solidariske handlinger foregår i teams/grupper dvs i kooperative læringsfællesskaber. Dette er iterativ læringsproces, som hele tiden sker. Det betyder, at eleverne hele tiden for feedback gennem teknologien. Enten virker deres produkt efter hensigten ellers gør det ikke. Det kan naturligvis også være dele af elevernes produkt.

Elevtyper

Det er altid problematisk, at inddele elever i kasser, men det kan være med til at sætte nogle tanker i gang. Desuden har man et lidt mere fast holdepunkt at diskutere ud fra.

Jeg vil benytte Betts og Neihart [Betts og Neihart] til at inddele elever i forskellige elevtyper, dog har jeg valgt kun at se på de 4 typer af deres 6 typer. Det skyldes, at det jeg gerne vil se på, er om dette forløb motiverer de elever, der ikke er faglig stærke, og de elever der i høj grad går efter deres egen ide.

Type	Indikationer
Succesfulde elev Elevtype 1	Generelt positiv selvværd. Perfektionist Højt præsterende Gode relationer til voksne Tager ingen chancer (vil gerne se godt ud) Søger strukturer God til at tilpasse sig forskellige skole systemer
Kreative elev Elevtype 2	Kreativ Søger anerkendelse Stiller spørgsmål ved regler og facts (ofte konflikter med voksne) Viser frustrationer Ikke karakter motiverede Konkurrence menneske Usikker på sociale regler
Skjulte elev (Underground) Elevtype 3	Prøver at skjule deres evner til fordel for social samvær. Afviser udfordringer Bange for at blive afvist Føler sig usikker og presset
I fare for at droppe ud elev Elevtype 4	Brug for alternativ skolesystem Viser frustration og eksplosive på grund af utilfredshed. Svært ved sociale relationer
Multi ekseptionelle elev Elevtype 5	Har svigt fysik eller emotionelle Lave akademiske færdigheder Dårligt selvværd

	Føllesen af afvisning og eksklusion Utålmodige og kritisk
Autonome elev Elevtype 6	Arbejder selvstændig Gode sociale kompetencer Forfølger egne mål (ikke behov for anerkendelse) Villige til at tage chancer og lærer af fejl. Søger udfordringer og har passion for emnet

Jeg har valgt, at se bort fra den gruppe der er ved at droppe ud, da jeg er af den overbevisning, at de elever der er i farer for at droppe ud af uddannelsen, allerede ville være gået ud inden 3g. Det kan selvfølgelig godt være, at det først går op for eleven i 3g, men gruppen vil være forholdsvis lille. Den anden type af elever, jeg har valgt, at se bort fra er de elever (multi ekseptionelle), som har fysisk og emotionelle svigt, da denne gruppe også vil være meget lille.

Motivation hos eleverne

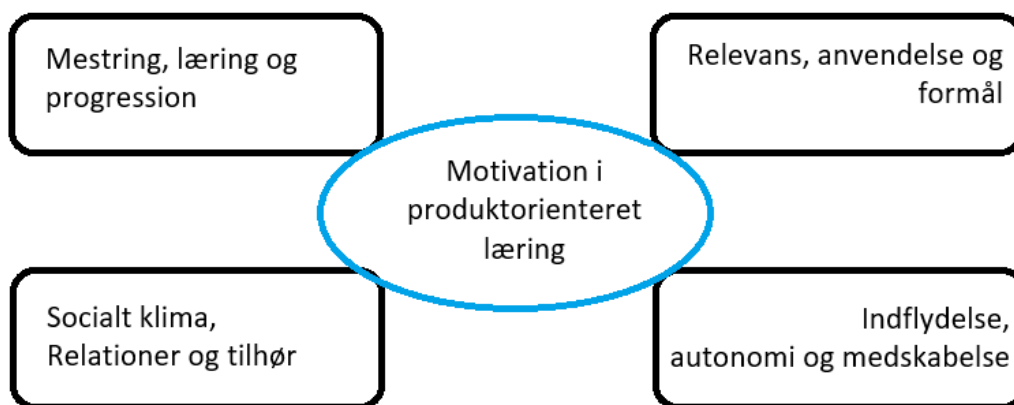
Der findes rigtigt mange teorier om motivation, og de har forskelligt fokus på, hvad der driver og motiverer mennesker. Det er almindelig kendt, at motivation fremmer elevens læring i undervisningen [Brophy 2004a].

Indre motivation

Den indre motivation skabes ved autonomi, tilhørsforhold, interesse i det man fortager sig og at man mestrer noget ud over ens egne forventninger [Hein 2009, s35-44 og Ryan & Deci 2002, s3-33]. Det er dog en general motivations teori (SDT). I teorien er der dog nogle motiverende faktorer/rammer, som jeg kan bruge ved tilrettelæggelse og afvikling af undervisningen, så som valgfrihed og selvstyring. Desuden har jeg også prøvet, at skabe samspil og relationer ved, at lade eleverne arbejde i grupper. De enkelte elever bliver udfordret ved, at de løbende afprøver deres produkt, der vil så løbende være nye udfordringer. Eleverne vil få deres selvværd øget ved et differentieret og fleksibelt forløb eller opgave. Eleverne støttes også igennem løbende feedback, som både vejlederen, eleverne og teknologien giver.

Undersøgelser har vist at fokus på elevernes behov for selvbestemmelse, kompetencer og samhørighed, kan være en medvirkende faktor til, at eleverne bliver indre motiveret og der igennem interesseret i mere boglige aktiviteter [Niemic & Ryan 2009, s133-144].

I figur 5 ses de 4 hovedelementer der er med til at motiver eleverne i et produktorienteret undervisningsforløb i forhold til motivationsteorien ovenfor, som jeg har valgt at tolke den.



Figur 5: Indflydelse på motivation i et produktorienteret undervisningsforløb

Når man taler om motivation, er der mange elementer der har indflydelse på det, da der er mange udfrakommende faktorer, der også spiller ind, som vi ikke har indflydelse på i undervisningen. Det kan være sociale problemer m.m. Nedenfor er de fire kasser forklaret.

Mestring, læring og progression

Der er i den del af modellen fokus på, hvad der er af betydning for den enkelte elev læringsmæssigt. Eleven gennemgår en naturlig progression i at blive dygtigere til nogle ting, men samtidig bliver udfordret. Så eleven oplever at der læres noget nyt og denne kommer til at mestre noget nyt, det er med til at give en tro på, at man kan udvikle sig. Dette er en vigtig del af motivationen, at eleven oplever en proces hvor eleven flytter fra et sted til et nyt [Skaalvik & Skaalvik 2007].

Skaalvik og Skaalvik siger også, at det er en forudsætning, at eleven overhovedet engagerer sig og yder en indsats i undervisningen, at eleven har en forventning om, at hun/han mestrer det, de skal i gang med. Det betyder forventningen om, at kunne mestre opgaven spiller en meget vigtig rolle for om eleven er motiveret.

At tage motivation med i forløbets planlægning resulter i, at tilpasse undervisningen løbende til den enkelte elev. Så det er en balance mellem der giver den enkelte elev udfordringer, uden at det blive rutinemæssige opgaver, så eleven ikke oplever at blive udfordret. For at bevare denne balance hele tiden spiller støtte og feedback en stor rolle.

Feedback kan eleverne få på flere forskellige måde, specielt faglig feedback som kommer fra læren, de andre elever og selve produktet. Læren giver på opgaveløsningen og støtter eleverne i at komme videre og det samme vil de andre elever kunne hjælpe med. Produktet giver feedback igennem den måde det virker, ved at afprøve et produkt og opleve det ikke lever op til elevens forventning, vil denne feedback også give noget information om at der er noget galt, og måske oven i købet hvad der er galt. Den følelsesmæssige feedback vil få eleverne til at føle sig set og anerkendt. Det er også feedback både fra læreren og de andre elever.

Det at eleverne er i stand til at arbejde koncentreret og fokuseret er også en vigtig faktor for om der sker en progression. Det kommer blandt andet fra flowteorien (se afsnittet om Flow).

Socialt klima, relationer og tilhørsforhold

Den anden kasse handler om det sociale klima og tilhør til uddannelsen. De sociale relationer og det kulturelle har stor betydning for læring og motivation. Et tilhørsforhold og indgåelse i meningsfulde relationer socialt og fagligt har stor betydning for elevens læring og motivation [Skaalvik og Skaalvik 2007]. For at opnå dette tilhørsforhold er det vigtigt, at anekeder og rose den enkelte elev så eleven ved at han/hun tilhører fællesskabet.

Relationerne på holdet mellem elev-elev og elev-lærer, og forventninger og roller har også stor betydning for motivationen, det er med til skabe kulturen og stemningen i klassen. Der er mange ting der influerer på kulturen. F. eks kulturen på uddannelsen, politiske mål, den daglige ledelse m.m. En vigtig spiller i kulturen er læren og eleverne der skaber den daglige klasserumskultur.

Relevans, anvendelse og formål

Den næste kasse handler om relevans og anvendelse. Relevans skal ikke forstås som relevans i at tage en uddannelse, men der imod noget, der skal indgå i den daglige undervisning. Da det er i den daglige undervisning, det giver mening og skaber værdi for den enkelte elev. For at eleverne kan se en relevans i at lære, forudsætter det, at eleverne engagerer sig i undervisningen [Sørensen, Hutter 2013]. Hvis eleven kan se en mening i undervisningsforløbet og hvad det kan bruges til, vil der være større chance for, at eleven er motiveret for at deltage aktivt i forløbet. Det er vigtigt, at eleven skal kunne se, at det er relevant for en selv.

Relevans handler i dette tilfælde om, hvorvidt eleven kan anvende det, der skal læres i den konkrete læringssituation. Hvis eleven oplever det relevant, vil den enkelte elev engagere sig mere i læringen og derved have større chance for at blive motiveret, som en selvforstærkende mekanisme.

Indflydelse, autonomi og medskabelse

Den næste kasse handler om elever har indflydelse og er medskaber på deres undervisning. Hvis den enkelte elev oplever indflydelse og er medskaber af undervisningen, er der stor chance for stor drivkraft og motivation i forhold til undervisningen [Skaalvik og Skaalvik 2007]. Ved at lade eleven have indflydelse og medbestemmelse indlejres elevens interesse og mål, hvilket gør at eleven får ejerskab over undervisningen. Eleven har også mulighed for at handle og bestemme den vej, som han/hun ønsker og det behøves ikke altid at være i lærens retning.

Det kan være motiverende for den enkelte elev, at inddrage deres egne erfaringer og selv at lade eleverne beslutte retningen på forløbet. For at den enkelte elev skal kunne udvise autonomi og medskabelse kræver det træning i at tilrettelægge egen undervisning og i at tage valg i undervisningen [Skaalvik og Skaalvik 2007].

Flow

Flowteorien er også væsentlig i forhold til dette undervisning forløb. Flow teorien kom frem i 90'erne og blev udviklet af Mihaly Csikszentmihaly fra Ungarn. Teorien siger at flow er en behaglig tilstand af fordybelse, hvor man glemmer sted og tid. Der er forskel på, hvor nemt det er for personer at opnå flow.

Csikszentmihaly opstillede følgende definitionen af begrebet [Flow teori DPU]:

"Flow er en mental tilstand i hvilken personen er fuldstændig opslugt i det vedkommende beskæftiger sig med. Det er karakteriseret som en fornemmelse af et energifyldt fokus, fuld involvering og succes med den igangværende aktivitet."

Csikszentmihaly delte flow op i to tilstande:

Entropi	Betegner uorden, hvor man lever i en dagligdag i stress og hvor daglige opgaver bliver uoverskuelige.
Negentropi	Betegner glæde og fordybelse i opgaverne. Så det betyder man er meget motiveret for læring.

Han opstillede også nogle generelle mål [Flow teori, Frans Ørsted Andersen], som understøtter det at komme i en flowtilstand.

1. Opstille af nogle klare, konkrete og realistiske mål
2. Feedback, dvs, løbende og relevant tilbagemelding om, hvordan man klarer sig
3. Passende balance mellem kompetencer, viden og udfordringer
4. Mulighed for ro og fordybelse
5. Forståelige og præcise regler for aktiviteterne

Disse generelle mål kan indplaceres i figur 5. Det eneste der ikke helt passer ind er mål 4, det med flow er baseret på enkelt personer, og i mit forløb er det baseret på praktiske fællesskaber eller som i figur 5 relationer og tilhør. Det er vanskeligt at lave et undervisningsforløb, hvor alle elever er i flow og så på samme tid.

Tegn på motivation

Jeg har valgt at se på følgende tegn på motivation under selve forløbet (observation og motivationsdagskurver vil blive beskrevet under afsnittet undersøgelsesdesign):

Overskrift	Beskrivelse
Engagement	Er et positivt tegn på motivation, hvor der indgår flere forhold som det sociale klima i form af diskussioner og med ejerskab. Det vil også være tegn på, at eleven mester opgaven.
Fordybelse	Er et positivt tegn på motivation, som er beskrevet ovenfor under flow. Det er områder som progression, mestring, relevans og autonomi.
Frustration	Kan både være positivt og negativt, det opstår naturligvis frustration over at man lige har lavet en fejl og skal tilbage og rette den. Det er med til og få eleverne til at reflektere over egen læring, hvorved der måske foregår i form for progression, relevans og autonomi.
Indsats	Kan selvfølgelig både tolkes som indre og ydre motivation, men da der ikke er noget rigtigt resultat, vil jeg se det som en indre motivationsfaktor, som falder ind under socialt, indflydelse og relevans. Der vil være et overlap ift. engagement, men her er der i højgrad fokus på arbejdsindsatsen.
Koncentration	Det kan også både tolkes som ydre og indre motivation. I dette forløb vil det være en faktor der kan medvirke til, at komme i flow, da det i høj grad gælder om at udelukke ikke relevante aktiviteter. Der er en vis overlap med fordybelse. Det er også et tegn på, at eleverne holder fokus, og derved er optaget af opgaven. Dvs mestring, ejerskab og læring, er tegn på indre motivation.

Da SDT teorien er en meget generel teori, vil de tegn man ser efter i indre motivation overlape flere områder. Det er vigtigt, at man kommer igennem alle 4 områder fra figur 5, da det ene område i teorien ikke kan stå alene. Så i undervisningsforløbet har jeg prøvet, at tilgodese de 4 områder fra motivationsteorien og herefter registrere tegn der dækker alle 4 områder.

Undervisningsforløbet

Det tværfaglige undervisningsforløbet, varede en uge i fagene matematik, fysik/bioteknologi og teknik på 3 år. Den sidste dag var der dog oprydning og konkurrence.

Det var et SO (StudieOmrådet) forløb hvor følgende fag indgik Teknikfaget og Studieretningsfagene, da det her var en Matematik/fysik klasse og en Matematik/Bioteknologi. I praktisk kom bioteknologi faget aldrig i spil. Men de andre fag matematik og fysik var meget involveret.

Eleverne fra 3g skulle arbejde i grupper og bygge en robot, hvor der var 2 krav til slut produktet.

- 1) Robotten skulle autonomt kunne følge en sort streg, på en bane som udvalgte elever selv skulle lave.
- 2) Robotten skulle kunne styres fra en App via telefonen, og kunne affyre et missil.

Konkurrencen gik ud på hurtigst at gennemfører banen, uden at eleverne måtte fysisk påvirke robotten. I den anden del af konkurrence fik robotten monteret 2 balloner. Herefter skulle 2 robotter duellere mod hinanden og skyde hinandens balloner med missiler. I den sidste del skete det ved at styre robotten fra deres mobiltelefon, via en App eleverne selv havde udviklet i forløbet.

Idet det var et SO-forløb, er der krav om at eleverne skal opnå bestemte overfaglige kompetencer skal opnås i forløbet (vil ikke blive behandlet her).

En udførlig beskrivelse af forløbet findes i bilag 1.

Undersøgelsesdesign

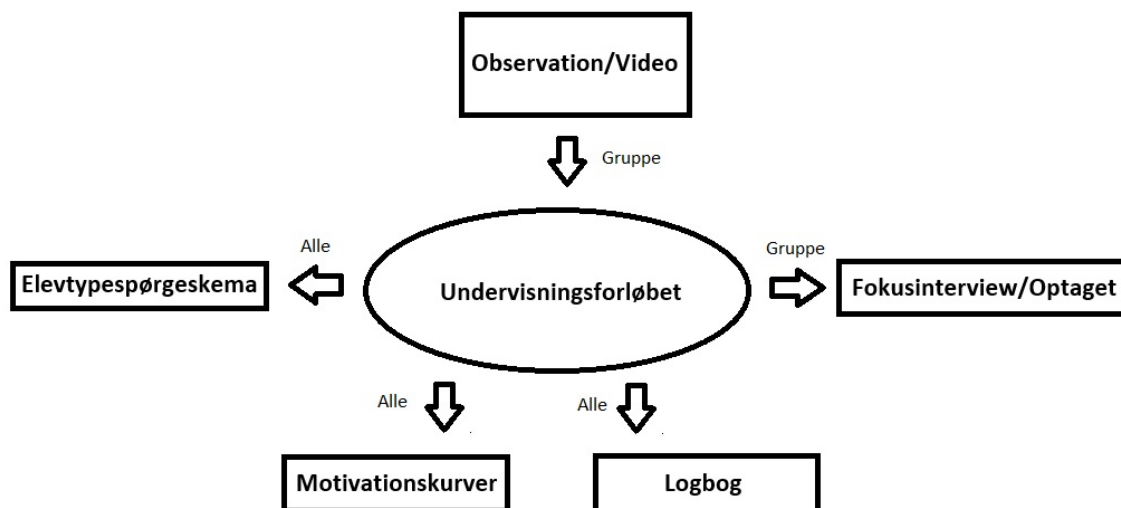
Inden forløbet blev der lavet en undersøgelse af kvantitativ karakter. Det blev lavet ved et spørgeskema som alle 30 elever skulle besvare. Det havde til formål, at typebestemme eleverne i de 4 kategorier, som er blevet omtalt i afsnittet "Elevtyper".

Desuden valgte jeg under forløbet at lave nogle motivationskurver, som eleverne skulle udfylde undervejs i forløbet. Det blev også gjort for alle eleverne. Her var der også plads til at skrive uddybende kommentarer på ugedagene. Udover at få et indblik i elevernes motivation (skelnet på elevtyper) igennem ugen, giver det også noget input til fokus interviewet.

Eleverne skulle som en del af undervisningsforløbet lave logbog i forbindelse med deres erfaringer med løsning af fejl, der opstod under forløbet. Det giver mig en ide om den modstand kan vendes til noget motivation i forløbet. Når jeg taler om modstand er det ikke modstand mod læring, men den modstand der opstår når eleverne står over for udfordringer, der skal løses i form af tekniske problemer med et produkt/problem. Denne definition vil jeg benytte i resten af rapporten.

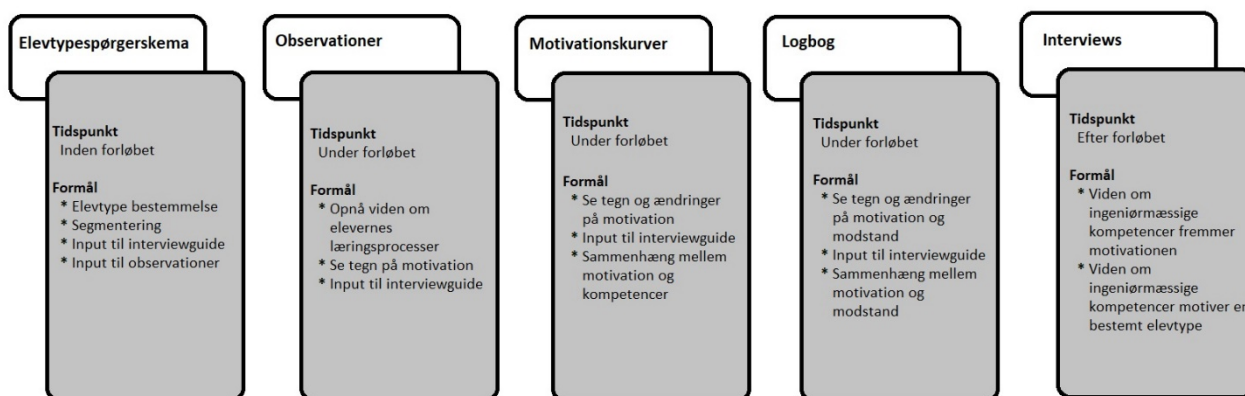
Den kvalitative del af mit undersøgelsesdesign er fokusinterview og observationer. Herved kommer jeg lidt tættere på, hvad det er der motiverer de forskellige elevtyper. Hvad der motiverer dem og hvilke ting der evt demotiverer dem. Desuden giver det mig et indtryk af, hvordan elever oplever deres egen læreproces. Dette

blev gjort med 2 grupper af 3 elever. De 2 grupper var ikke valgt ud fra nogle kriterier. Det ville selvfølgelig have været optimalt, hvis de var valgt ud fra elevtyperne. Det var dog ikke muligt i dette forløb.



Figur 6: Overordnede undersøgelses design

Som nævnt ovenfor er undersøgelsen/målingen et miks af en kvalitativ og kvantitativ metode. I figur 6 er der vist et overordnede undersøgelsesdesign og i figur 7 er der lavet en mere uddybende beskrivelse af processen.



Figur 7: Uddybende beskrivelse af de enkelte processer i undersøgelses designet

Lærens rolle er at han er vejleder under forløbet, og jeg observerer undervisningen og involverer mig ikke i undervisningen.

Elevtypespørgeskema

I gennem spørgeskemaet ville jeg få et indblik i hvilken elevtype den enkelte elev er. Der var i alt 4 forskellige typer, som eleverne kunne falde ind under. Elevtyperne er beskrevet tidligere. Spørgsmålene var designet således at det var muligt at afdække de forskellige egenskaber. Det betyd, at jeg kunne udvælge mine elever efter deres type. Elevtype spørgeskemaet er vedlagt i bilag 2, der var i alt 6 svar muligheder.

Helt uenig	Uenig	Hverken eller	Enig	Helt enig	Ved ikke
------------	-------	---------------	------	-----------	----------

Der var i alt 25 spørgsmål, og for at kunne få et bedre billede af elevtype profillen har jeg valgt at, man har mulighed for at score et point i flere felter.

Eksempelvis i spørgsmålet klassificeres de 6 svar muligheder som følger:

Spørgsmål	Helt uenig	Uenig	Hverken eller	Enig	Helt enig	Ved ikke
Jeg kan godt lide at stille spørgsmål til regler	Succesfulde elev	Succesfulde, Skjulte, Autonome elev	Succesfulde, Skjulte, Autonome elev	Kreative, Autonome elev	Kreative elev	

Det betyder, at hvis en elev sætter kryds i "Enig feltet" vil eleven score et point i Kreativ og Autonom gruppen. Hele spørgeskemaet er der mulighed for max at score 61 point i alt inden for alle elevtyperne.

For at se hele spørgeskemaet og klassificeres se bilag 2.

Dette er gjort for at tage hensyn til de elever, som måske ikke altid går ud til yderpunkterne i spørgeskemaet. Desuden vil det også tage hensyn til, at der nogle gange er overlap af elevtyperne. Det vil naturligvis også gøre at nogle spørgsmål har alle 4 elevtyper og på den måde neutraliser en mulighed i spørgsmålet. Det er således min subjektive holdning, der ligger til grund for spørgeskemaet, så det kan også betyde at en anden ville måske ligge en anden profil ud fra det samme spørgeskema.

Eleverne fik spørgeskemaet udleveret fysisk, fordelten ved det er, at det bliver synligt, hvem der svarer og man kan gå rundt til den enkelte elev og få spørgeskemaet tilbage. I gennem det fik jeg en rigtig høj svarprocent. Det at de udfylder spørgeskemaet fysisk gør også, at de har mulighed for at få et godt overblik og det er nemt at gå tilbage til tidligere spørgsmål (Ulempen er naturligvis at jeg havde en del mere arbejde når de skulle databehandles).

Af de 28 elever der var til stede på dagen, valgte 26 at besvarer.

Jeg havde valgt ikke at gøre spørgeskemaet anonymt, da jeg efterfølgende skulle kunne sammenholde den enkelte elev med motivationskurverne og den anden empirisamling.

Dette medfører måske, at jeg ikke får det helt rigtige billede af den enkelte elev.

Observationer

Observationerne havde til formål at blive klogere på de ingeniørmæssige kompetencer og hvordan de virker på motivationen. Desuden ønskede jeg også at observere, hvordan teknologiske elementer virkede på motivationen.

Observationerne var koncentreret om 2 grupper, under den uge forløbet varede. Jeg optog forskellige læringsituationer på video, som jeg efterfølgende brugte som en form for hjælp til felt notaterne.

Jeg så mere konkret i henhold til motivation efter tegn i det sociale klima i grupperne ud fra deres diskussioner, hvordan eleverne bidrager til diskussionerne. Der blev også observerede på, hvordan teknologien indvirker på motivationen ved den hurtige feedback, frustrationen ved fejlfinding og glæden ved at finde fejlen. Desuden blev der også set på progressionen i læring og hvordan de mestrede af opgaven. I hvor højgrad eleverne selvstændigt driver opgaven fremad, og at eleverne viser ejerskab.

I forbindelse med de ingeniørmæssige kompetencer så jeg efter følgende ting:

- hvordan eleverne analyserede deres problemer og
- hvordan designede ændre sig undervejs når elevernes forventninger ikke lige blev opfyldt
- hvordan produktet udvikler sig undervejs (Analyse, design, konstruktion og test).
- hvordan handlede eleverne når de observerede en fejl og der igennem var nød til at reflekter over deres produkt og hvorfor det opførte sig som det gjorde.
- hvordan eleverne analyserede sig frem retning af fejlen og således hvordan deres nye design skulle være.

Så hele den proces håbede jeg at blive klogere på.

Ved at have fokus på både de ingeniørmæssige kompetencer og motivationen, håber jeg at kunne se en sammenhæng mellem de to begreber.

Motivationskurver

Formålet med motivationskurverne, som eleverne skulle udfylde gennem forløbet, var at få viden om hvad der skete med nogle faktorer der kan have indflydelse på motivationen. Det kunne også give noget input til det efterfølgende interview. De faktorer jeg havde valgt ud som beskrevet i kapitlet "Tegn på motivation" var engagement, fordybelse, frustration, indsats og koncentration. Her skulle eleverne i løbet af ugen give en karakter mellem 0 og 7 (engang om dagen) for at se hvordan disse faktorer ændrede sig i løbet af ugen. Ud over at give en karakter mellem 0 og 7, kunne eleverne også skrive en uddybende kommentar til dagen. Se evt skemaer i bilag 3.

Ud over kurverne med de 5 faktorer, skulle de også lave en kurve over deres motivation. Det skulle give mig en ide om jeg ser på de rigtige faktorer for motivation.

Det giver mig også noget information om, hvornår eleverne opfatter sig selv som motiveret.

Det var alle eleverne, der skulle udfylde motivationskurverne. Dog er det ikke alle der afleverede dem tilbage (23 ud af 28) og meget få havde skrevet kommentarer til. Under observationerne lod jeg også mærke til at de ikke løbende blev udfyldt af alle elever. Så nogle elever ventede til dagen efter og nogle få til den sidste dag.

Logbog

Den var ikke en del af det oprindelige undersøgelsesdesign, men en del af SO undervisningsforløbet, da eleverne skulle reflektere over deres fejl i en logbog. Formålet var dels for at få eleverne til at være mere systematiske omkring deres fejl, men også for at gøre lidt op med nulfejl-kulturen. Under forløbet her fandt jeg ud af, at der måske også var noget information at hente omkring motivation.

Fejl i ens produkt giver en del modstand og det kan være med til at ændre ens motivation, så jeg ville gerne blive klogere på hvad den modstand gjorde ved motivationen. Jeg håbede også på at få noget at vide om, hvad der skete med eleverne, når de fandt fejlen og fik løst den.

Dette ville jeg også kunne tage med ind til mit interview. Så alle elever skrev logbog, og afleverede den.

Interviews

Jeg gennemførte i alt 2 fokusgruppe interview med 3 elever i hver gruppe. De 2 interviews blev optaget ved hjælp af en diktafon. Det var de samme 2 grupper, som jeg observerede under forløbet. Interviewet varede mellem 60 og 70 minutter.

Formålet med interviewet var at få mere viden om, hvad de ingeniørmæssige kompetencer gør ved motivationen, samt den teknologi, der bliver benyttet. Desuden ville jeg blive klogere på, om bestemte elevtyper blev mere motiveret af at deltage i et forløb, hvor der blev lagt vægt på de ingeniørmæssige kompetencer.

Spørgerskemaguiden til de kvalitative interviews (se bilag 4) blev udarbejdet ud fra problemformuleringen. Desuden blev der brugt den empiri, der blev indsamlet under forløbet (observationer og motivationskurver), til at gå dybere ned i forskellige temaer.

En af de store udfordringer er min forforståelse af emnet stillet over for, at jeg gerne ville have elevernes spotane beskrivelse. Min forforståelse kunne på uheldigvis komme til at styre interviewet i en bestemt retning. Denne forforståelse prøvede jeg at gemme væk under interviewet, og forholde mig opmærksom og åben for det, som eleverne syntes var vigtigt.

Jeg har valgt fokusinterviews, da det gør at eleverne kan inspirere hinanden, da det er en form som gør det lidt nemmere at interviewe eleverne. Det ligger også i tråd med den socialkonstruktivistiske tankegang. Det er 3g elever og jeg var ikke deres lærer, så de er meget ærlige.

Analyse

Jeg er inspireret af den tilgang som Kvale, Steiner og Brinkmann [Kvale, Steiner og Brinkmann 2009, s251] har under indsamling af data. De kalder metoden Bricolage, men det er en semianalyse metode, da den ikke giver et bud på brug af en bestemt teknik eller fremgangsmåde. Det betyder, at jeg i analysen kan benytte hele mit data materiale. Dvs der benyttes en ad-hoc metode og Kvale og Brinkmann opstiller i alt 13 forskellige ad-hoc metoder [Kvale, Steiner og Brinkmann 2009, s252].

Ud af de 13 metoder vil jeg benytte mig af at:

- Belyse modsætninger og sammenligninger
- Relationer mellem variable eller mønstre
- Skabe en konceptuel/teoretisk kontekst

Jeg har valgt at præsentere resultater ud fra følgende temaer:

- Elevtype og motivation

- Motivation med fokus på mestring, læring og progression
- Motivation med fokus på relevans, anvendelse og formål
- Motivation med fokus på klima, relation og tilhør
- Motivation med fokus på indflydelse, autonomi og medskabelse

Så jeg vil beskrive, hvordan den indsamlede empiri relaterer til de teoretiske perspektiver, som jeg benytter mig af.

Analyse af empiri

Jeg har beskrevet, hvilke tema jeg har valgt at se ind på. Fokus er både på undervisningen set fra bestemte elevtyper og hvad der motiverer elevernes læreprocesser.

Det er tidligere nævnt, at der også bliver set på om de ingeniørmæssige kompetencer og det produktorienteret forløb styrker elevernes refleksioner omkring deres egne læringsprocesser.

Analyse af elevtype og motivation

Eleverne udfyldte til at begynde med et spørgeskema der skulle kortlægge hvilken elevtype de var. Jeg havde håbet på at finde 4 elevtyper, det var også tilfældet, men den ene elevtypekategori udgjorde kun en elev, hvorimod de andre 3 typer var forholdsvis lige fordelt. Så det er kun de 3 af elevtyperne jeg sammenligner, da der ikke er statistisk materiale nok i en elev så det kunne være brugbart. Der er heller ikke noget statistisk belæg for de 3 andre elevtyper, da dataudsnittet er så lille får jeg kun indikationer og ingen faste konklusioner.

Det viste sig også at være lidt mere vanskeligt at grupper dem efter elevtyper, da nogle af eleverne godt kunne være en blanding af 2 elevtyper. Så billedet er meget mere komplekst end min tolkning giver udtryk for. De 4 elevtyper var som tidligere nævnt:

- Elevtype 1 den succesfulde elev
- Elevtype 2 den kreative elev
- Elevtype 3 den skjulte elev
- Elevtype 4 den autonome elev

Det var "den skjulte elev" der kun var en af, det giver måske også god mening, at den type elever er vanskeligere at spotte, da det er elever der prøver at skjule deres evner og føler sig usikker og presset. Desuden tilpasser denne type sig, så de kan indgå i de sociale aktiviteter. Under felt observationerne kunne jeg observere et par stykker af dem, men de blev ikke valgt til fokusinterview, da de ikke selv var interesseret.

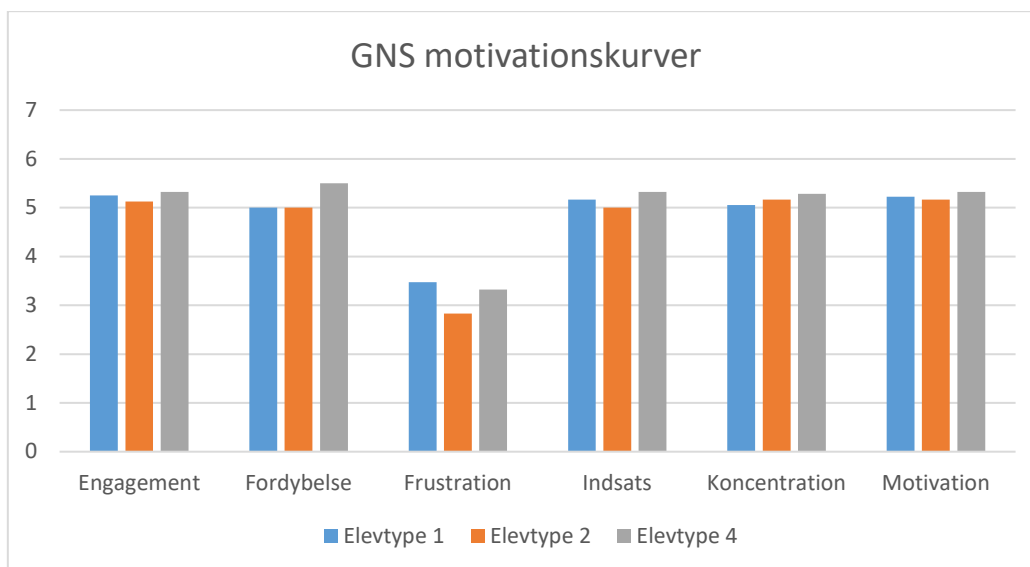
Ud over dette spørgeskema indgik der også, det jeg kalder for motivationskurver, de skulle prøve at give sig selv en karakter mellem 0 og 7 på følgende områder:

- Engagement
- Fordybelse
- Indsats
- Koncentration

Desuden ville jeg mere generelt have eleverne til at give et bud på deres motivation fra 0 til 7, da der gerne skulle være en sammenhæng mellem de 4 motivationstegn. Det viste der sig også at være.

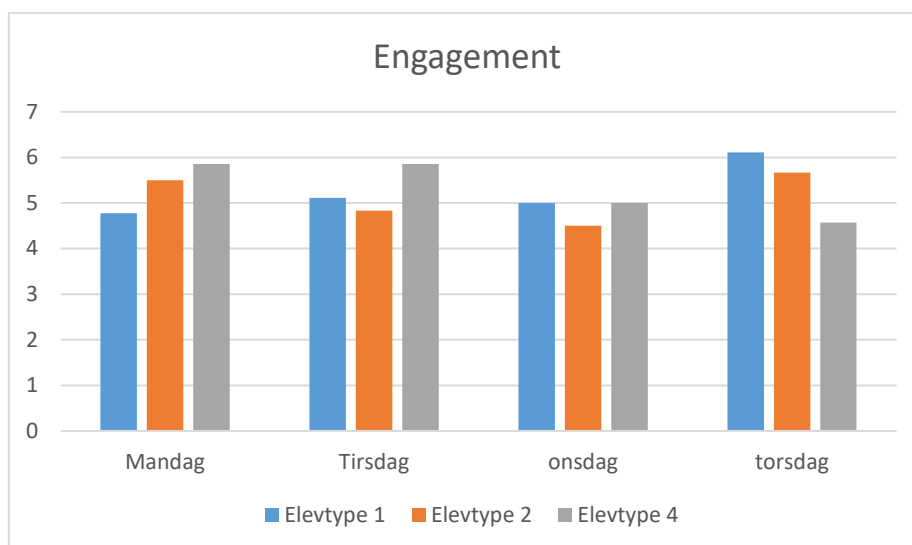
Den sidste kurve var for frustration, da der i et forløb som dette kommer modstand, da de undervejs støder på fejl og problemer, og man ikke lige kan få det til at fungere. Så der lavede jeg også en inddeling mellem 0 til 7. Det var tanke at se om denne modstand gav anledning til et fald i motivationen hen gennem ugen.

Jeg valgte ikke at se på den sidste dag, da programmet kun bestod af konkurrence og oprydning. Eleverne var færdige med produktet torsdag eftermiddag, så i min undersøgelse gav det kun mening at behandle data fra de første 4 dage. Desuden ønskede jeg kun at måle hvorvidt det produkt orienterede forløb havde indflydelse på motivationen hos bestemte elevtyper.

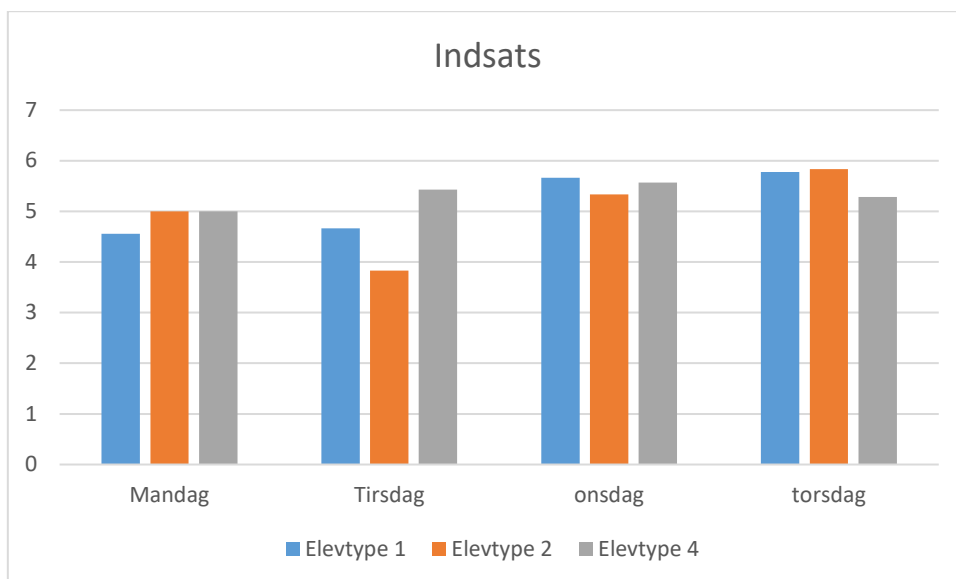


På dette søjlediagram over de gennemsnitlige motivationskurver (For alle 4 dage) kan man se, at der ikke var stor forskel på de enkelte elevtyper, det ser ud til at alle 3 elevtyper er lige meget motiveret. Lige i dette forløb er alle elevtyper forholdsvis meget motiveret. Det der også kan ses er at den generelle motivation er cirka lige så høj som engagement, fordybelse, indsat og koncentration. Frustration er noget lavere. Her er der en lille forskel mellem elevtyperne, det er måske også forventeligt da elevtype et går efter succes, er derved bliver mere frustreret når der opstår problemer.

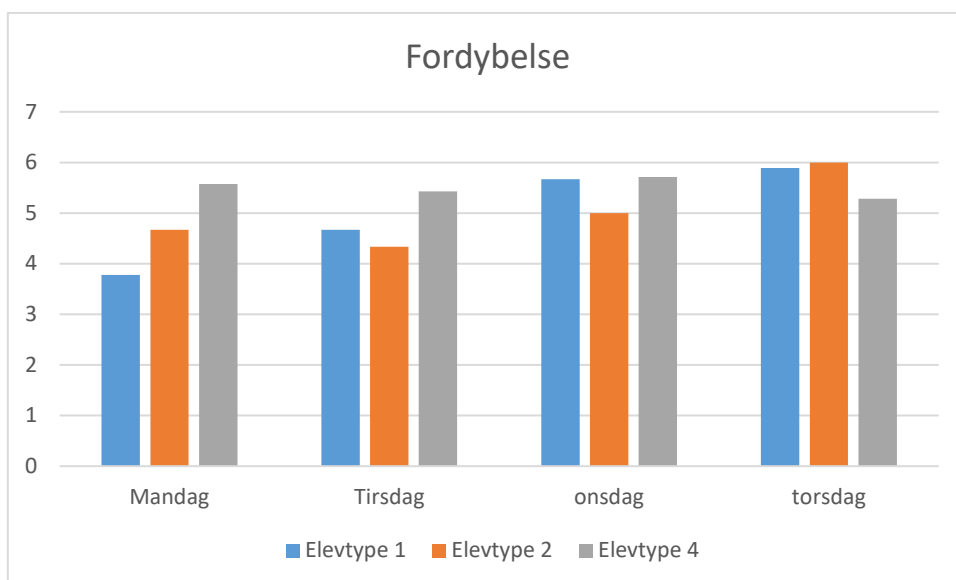
Nedenfor er vist kurverne hen over hele ugen fra mandag til torsdag.

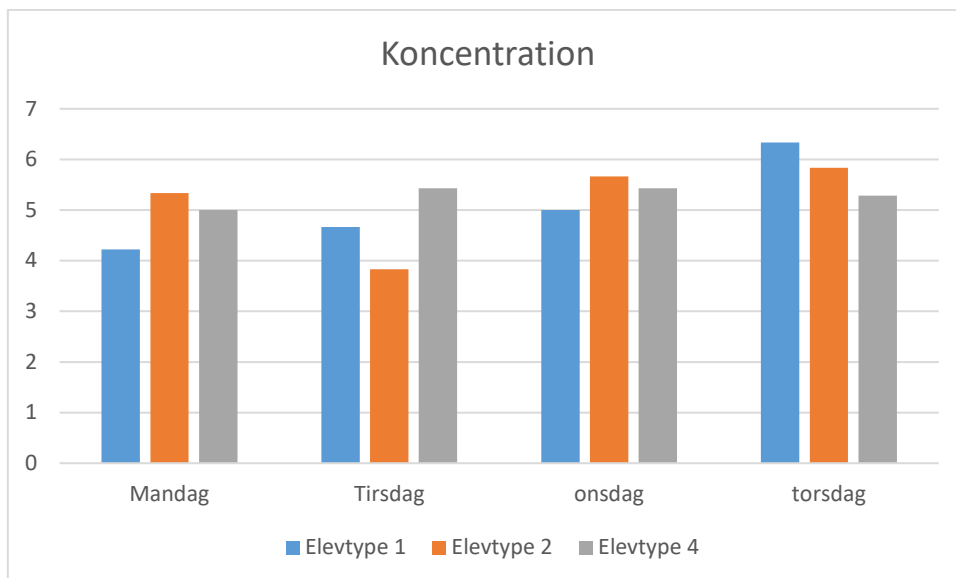


Her kan man se at den succesfulde elevtype bliver mere engageret hen gennem ugen, hvorimod det er modsat for den autonome. Det er dog ikke særligt meget. Det kan nok skyldes at længere hen i forløbet eleverne kommer desto mere struktur kommer der på opgaven.



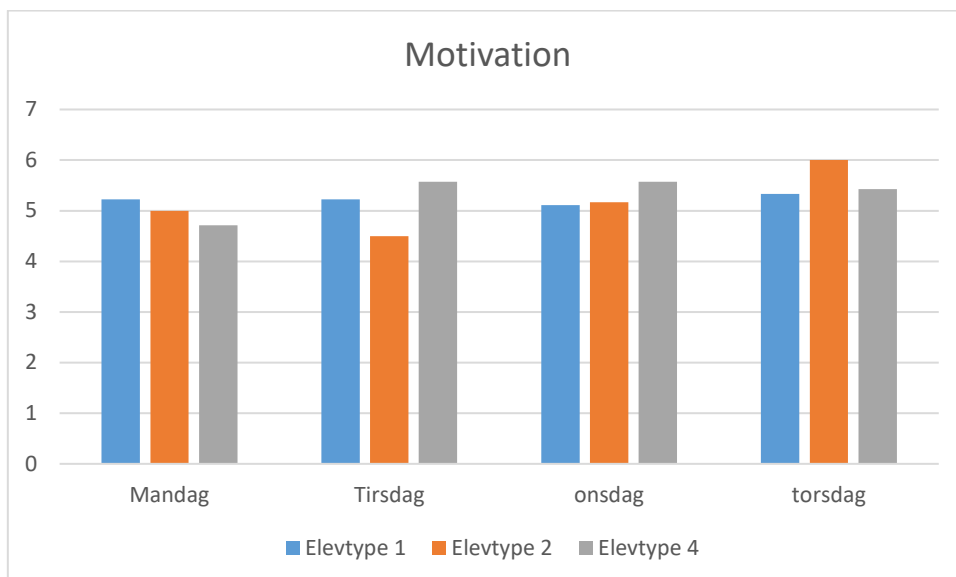
Indsatsen er meget konstant hen igennem ugen, det viser at selv om de har arbejdet med dette i nogle dage bevarer eleverne indsatsen. Jeg havde en forventning om at denne ville aftage, som nyhedens interesse faldt, men det ser ikke sådan ud. Det kan skyldes, at de fleste grupper først gik i gang med at lave App'en onsdag og torsdag. Det kan også skyldes de succes, der er undervejs. Det vil sige en form for mestring og progression, der sker hen gennem ugen. For den succesfulde er det måske naturligt at indsatsen stiger jo tættere man kommer mod målet.





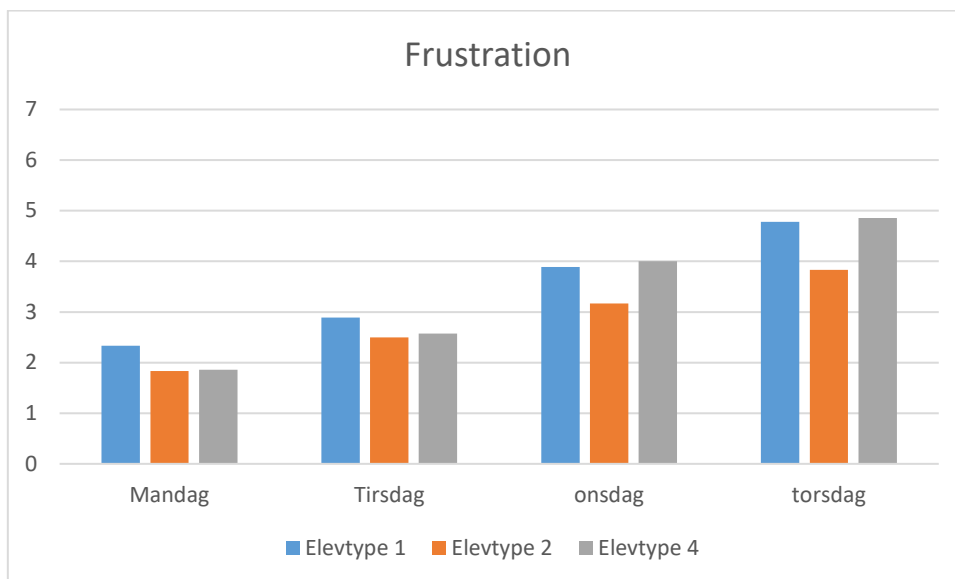
Specielt kan man se for elevtype 1, at der er en større fordybelse og koncentration jo nærmere man kommer på slutmålet. Det samme gælder for elevtype 2. Elevtype 4's koncentration er mere jævnt hen over hele ugen. Det taler måske også for, at den mere autonome type syntes det bliver mere kedeligt jo mere struktur der kommer på opgaven, og hermed er indflydelsen på opgaven bliver mindre. Elevtype 1 var dem, der gerne vil lave et godt resultat. For dem har det stor betydning, at få færdig gjort opgaven, og herved vise hvor meget man kan. Elevtype 2 er konkurrencemenneske og søger anerkendelse. Det kunne være en grund til at disse elever gerne vil vinde konkurrencen og få anerkendelse for dette. Så jo tættere man kommer på konkurrencen des mere fordybelse og koncentration vil der være.

Det er kun små udsving der tolkes på ovenfor, så der er selvfølgelig stor usikkerhed omkring tolkningerne, men det er indikationer!



Motivationen er her forholdsvis konstant i løbet af ugen og alle 3 elevtyper er på cirka på samme niveau. Dog med en lille stigning for de elever der er konkurrence mindedede (elevtype 2).

Motivationskurven blev også brugt, som en form for kontrol kurve, da de andre 4 kurver ovenfor er indikatorer på, hvor der er motivation.



Frustrationen stiger hen igennem forløbet og er næsten fordoblet, når eleverne kommer hen til torsdagen. Det betyder, at modstanden fra opgaven bliver større, men også stressniveau, da de nærmer sig deadline. Selv om der er denne stigning i modstand fra opgaven, ødelægger det tilsyneladende ikke motivationen. Det betyder, at eleverne er så optaget af at løse de problemer som udfordrer dem, at modstanden fra opgaven betyder mindre. Det betyder, også at udfordringerne er på et niveau hvor eleverne kan klare dem ifølge den motivationsteori jeg benytter (se afsnittet "Motivation") kan man sige at eleverne mestrer opgaven.

Når man betragter forløbet her, må man sige, at det kan være med til at løfte nogle andre elevtyper, således at alle elevtyperne bliver motiveret stort set lige meget. Det har dog også stor betydning, at det er en ny måde at blive undervist på, så nyhedens interesse er selvfølgelig også en væsentlig parameter. Der er en elev der udtrykker det således i en kommentar.

"Det var meget spændende, da der var meget nyt derved var jeg meget engageret"

Elevtype 1 fra motivationskurver.

Analyse af mestring, læring og progression

I dette analyseafsnit vil jeg se de steder, hvor der sker læring og progression i forløbet i forbindelse med motivation. Det vil være med fokus på den enkelte elevs læring og progression. Desuden vil der også være fokus på de eksperimenter, som eleverne udfører og de bidrag, som de giver til den enkelte elevs læringsprocesser.

Den opgavefokuserede undervisning er en del af læringskulturen på HTX, og eleverne er vandt til denne arbejdsform. Bortset fra at i dette forløb skulle der udarbejdes et konkret produkt, og der var stillet nogle krav til produktet. Så de er vandt til at arbejde projektorienteret og i samarbejde med at løse problemer/åbne opgaver.

Den produktorienteret undervisning ser ud til fungere godt, til at skabe motivation og engagement. Efter, at de fleste grupper har læst opgaveteksten, og nedbrudt den store kompleksitet i nogle mindre opgaver. Det er også en af de ingeniørmæssige kompetencer at kunne "Udfører eksperimenter for at vurdere, om et design opfylder kriterierne". En gruppe startede med at eksperimentere med en af sensorerne.

Glædes udbrud over at de fik den første sensor til at virke. Elev1 siger så "Lad os straks hente de andre sensorer så vi få dem til at virke efter samme metode".

Elevtype 1 fra observationer/video.

Her kan man se en glæde over at der er noget som lykkes, og de vil straks benytte samme metode til de andre sensorer. Her føler eleverne at de mester disse ting efter succes oplevelsen.

På anden dagen skriver en elev på motivationskurven følgende:

"Tirsdag var der væsentligt mere fordybelse. Hovedsageligt fordi vi havde beskæftiget os mere med tingene og læst mere om emnet"

Elevtype 1 fra motivationskurver.

Eleven oplever at der er sket en progression og læring, så de havde mulig for at fordybe sig mere i emnet. Eleven oplever, at hun mestrer noget nyt og der er sket en progression, så det giver motivation til at lære mere. Det er dog også således, at eleven har en meget teoretisk tilgang til emnet. Det er generelt også den type af elever, der er meget motiveret i den almindelige undervisning. At eleven lærer noget nyt og mestrer nye ting, fremgår det også af disse elever fra fokusinterviewet.

"Det er spændende med al den teknologi, og det man hele tiden laver noget nyt, og får tingene til at fungere, det for mig til at føle at jeg har lært noget."

Elevtype 1 fra fokusinterviewet.

"Meget af det vi lærer er ud fra problemerne der dukker op og det er ret dejligt at få det løst."

Elevtype 2 fra fokusinterviewet.

"Det er ret meget learning by doing, altså bare prøve sig frem, uden at vi havde al teorien. Men det er også rigtig dejligt at få feed back fra læren når vi syntes der var problemer vi ikke selv kunne løse."

Elevtype 1 fra fokusinterviewet.

Eleverne her opbygger det teoretiske grundlag, imens de arbejder med de ingeniørmæssige problemstillinger. Elever oplever også, at der sker en læring og en progression i undervisningens situationen. Den modstand eller problemer de møder ser ikke ud til at demotivere eleverne, men eleverne ser det som udfordringer. Så de tror på, at de selv kan mestre at løse deres problemer. Når det så lykkes, er der skabt en succesoplevelse, som eleverne kan tage med sig videre. Det er herigennem med til at skabe motivation. Det er også vigtig med feed back fra læreren, som kunne være med til at understøtte eleverne og i høj grad få eleverne til at reflektere over deres læring.

Det er ikke kun feedback fra læren, der med til at understøtte elevernes læring det er også i højgrad teknologien, som et par elever omtaler det.

Elev1 (type 2): "Det var sjovt at løse de uventede problemer der opstod, og rent faktisk at se på koden og resonere sig frem til fejlen og ændrer den." Elev2 (type 4): "Jeg er meget enig med Elev1 med problemløsningen af de uventede problemer"

Elevtype 2 og 4 fra fokusinterviewet.

Eleverne havde et lidt blandet forhold til det at løse problemer, disse 2 elever var meget grebet af det arbejde, der er i at løse problemer løbende, der var dog også andre elever der var lidt frustrerede over det under forløbet. Selvom om teknologien giver feedback, syntes eleverne at det giver dem input til at arbejde videre med. Det er dog en ret primitiv form for feedback (Trial-error-metoden).

Det er også de ingeniørmæssige kompetencer der benyttes her " Designe og udføre eksperimenter og inddrage det i beslutningstagningen." Eleverne er nødt til ind imellem at lave eksperimenter, og se på de problemer der opstår, og her igennem tage beslutninger om hvad der skal ske med deres produkt.

Analyse af relevans, anvendelse og formål

For at gøre undervisningsforløbet relevant og anvendelsesorienteret, var eleverne på DTU og så blandt andet en robot til at plukke agurker. Dette skulle give eleverne en for forståelse af emnet, og se at det havde en anvendelse.

At eleverne oplever, at deres uddannelse er relevant, har stor betydning for motivationen. Så her spiller det en stor rolle, at eleverne kan se det anvendelsesorienterede i det, som de skal forsøge at arbejde med. Det betyder også, at den teoretiske viden ikke står alene, men støttes op af det mere praktiske og er dermed anvendelsesorienteret.

"Vilddt fedt selv at skulle bygge en robot. Det er kun noget man har hørt om. Så det havde jeg vilddt lyst til at lave"

Elevtype 1 fra fokusinterview.

Det betyder, at eleverne allerede er motiveret inden de begynder, da de kan lave paralleller til den virkelige verden, som eleven ovenfor. Så bliver undervisningen en del mere nærværende og eleverne syntes også at de arbejder med noget brugbart.

Det tiltaler nogle af eleverne, at de har Hands-on, og derved bliver involveret i projektet. Det er med til, at give denne elev en succes oplevelse og følelse af at bidrage til projektet. Det kan betyde, at eleven måske tør at deltage med noget, der er lidt mere krævende næste gang, idet eleven har fået en oplevelse af succes.

Gruppen skal i gang med at bygge robotens mekaniske dele. Her kommer en af de mere tilbageholdende elever mere på, og bliver lidt grebet af projektet.

Elevtype 4 fra observationer/video.

Det er helt klart at han syntes det mekaniske er mere spændende end programmering og elektriske kredsløb. Det gør at eleven ikke kun opfatter faget et curriculum og viden, der er også en brug af denne viden ved at få "hands on".

Når elven her tilegner sig viden sker det i en kombination af at have "hands on" og reflektere over problemerne ved hjælp af logbogen. Der sker det i et samspil med praksis. Det betyder også, at de andre aspekter i deres fag end den teoretiske kommer til udtryk. Det var dog ikke så nemt for eleverne, at se de enkelte fag i dette tværgående forløb. Dog syntes de, at de kunne benytte nogle af kompetencerne til at få en anden tilgang til eksempelvis fysik. Elever har det generelt svært ved at lave transfer mellem fag. Muligvis skyldes det manglede evne til at skifte kontekst i faget. Fagviden er typisk skrallet for "virkelighedsdetaljer". Teorierne er generelt formuleret, fordi de netop skal kunne anvendes på forskellige områder.

Det bliver meget konkret for eleverne, at de skal lave et produkt, som de syntes er relevant for dem. Det lader også til at være en god afveksling frem for den normale undervisning.

"Det var sjovt at se det kom til at virke, men også sjov at løse alle de uventede problemer, der kom op. Det betød, at jeg blev bedre til at huske det til næste gang der opstod et lignende problem. Her var logbog også en god hjælp."

Elevtype 2 fra fokusinterview.

Der er her tale om, at eleverne udvikler kognitive modeller af, hvordan systemet virker, hvilket er en af de ingeniørmæssige kompetencer. Der sker også en progression for den citerede elev ovenover. Det er endda sjovt for denne elev, hvilket er et tegn på at eleven er motiveret af denne måde at arbejde.

At verden ikke er så ideel, er det også noget, der gør det spændende at arbejde med, og er med til at forankre undervisning i den virkelige verden og gøre den mere relevant.

"Spændende at få noget til at køre. For hver gang jeg har lavet noget, har det været meget stillestående."

Elevtype 1 fra fokusinterview.

"Det var meget spændende at arbejde med programmering af Arduino, frem for den almindelige computer, da det giver en følelse af at arbejde med noget fra den virkelige verden. Det er også spændende at arbejde med en ikke ideel verden, motorerne eller hjulene kørte ikke lige hurtigt."

Elevtype 4 fra fokusinterview.

"Det er ret spændende at lave et produkt, da det er anderledes end bare formler og udregninger. Så også det at det er klart mere relevant, men der er flere steder undervejs der kan opstå problemer."

Elevtype 2 fra fokusinterview.

"Det var spændende at lave et produkt, der rent faktisk fungerer!"

Elevtype 1 fra fokusinterview.

Det at der er et interessefællesskab, i at få produktet til at virke, er også med til at skabe relevans, da jeg mener, at de elever der har valgt en HTX uddannelse er meget interesseret i teknologi.

Elevernes læring og motivation syntes at højnes når der også indgår produktionsprocesser, hvor eleverne har mulighed for at afprøve deres viden i praktik.

På figur 4 blev der vist en model af samspillet mellem hjernen og håndens arbejde til at nå solidariske handlinger omkring produktet. Det målrettede arbejde betyder, at eleverne tager ansvar for opgaven. Standarderne for dette stammer fra selve opgaven, og ikke fra aktørernes gode hensigter, som det fremgår af ovenstående citater. Produktet er klart defineret. Opgaven er faktisk semilukket idet det teknologiske element er givet (robot+arduino).

Analyse af socialt klima, relation og tilhør

Der vil i dette afsnit være fokus på tilhørsforholdet og det sociale klima. Det sociale miljø og trivsel har stor betydning for eleverne og deres motivation, hvis man spørger eleverne selv. Jeg har dog valgt at snævre det ind til at se på det sociale klima, relation og tilhør i forhold til dette forløb. Selv om at der er mange andre ting på skolen, der har indflydelse på disse parametre.

"Det at vide at mit bidrag til robotten havde en betydning for om den kom til at virke, gjorde at jeg havde et ansvar, så jeg kunne ikke bare gå fra min gruppe, ja tage tidligt hjem."

Elevtype 2 fra fokusinterview.

Denne elev er med til at blive fastholdt til projektet og føler han har et ansvar over for gruppen, men også et ansvar over for produktet, hvilket vidner om et socialt fagmiljø der fastholder eleven, og derved motiverer eleven til at blive på skolen.

Fra observationerne nedenfor sker en vidensdeling på tværs af grupperne ved, at den ene gruppe tager erfaringer med fra en anden gruppe (erfaringsudvekslingen sker ved venskaber på tværs og iagttagelse hvad andre grupper gør). Det er med til at binde eleverne sammen, og de har nogle faglige relationer og faglige fællesskaber, som er vigtige for at skabe et godt socialt klima. Efterfølgende havde de to grupper en diskussion om hvordan de havde lavet deres kode, så den fungerede med 3 sensorer.

Eleverne står og ser på en af de andre grupper. Den ene elev siger "Vi prøver med 3 sensorer ellers går vi over til 4 sensorer". Man ser at de er lidt spændt på at se hvordan en anden gruppe klarer banen. Den ene elev siger "Lad os lige vente og se hvordan de klarer banen, du kan se de har 3 sensorer på".

Elevtype 1 og Elevtype 2 fra observationer/video.

Det at være i faglige fællesskaber med relationer til andre elever er med til at styrke de sociale bånd, og også med til at eleverne ser andre måder at løse problemerne med. Det er motiverne for de enkelte elever at arbejde i grupper, så man kan få hjælp af de andre i gruppen. Det er samtidig en ingeniørmæssig kompetence at kunne "Syntetisere ideer (egne og andres med en passende løsning, der opfylder målet)". Nedenfor er der en elevs citat der underbygger dette fra fokusinterviewet.

" Når jeg laver fysik eller kemi individuelt kan man sidde og se på det. Her havde vi mulighed for at tale om problemerne og løse dem".

Elevtype 1 fra fokusinterview.

Der fandt en del diskussioner sted om designet og udviklingen af produktet. Disse diskussioner er med til at skabe faglige relationer og styrke det sociale netværk. Det kræver også, at eleverne følger sig trygge i deres grupper. Således, at de tør at deltage i diskussionerne. Det styrker elevernes faglighed, da det er en vigtig del af naturfagene at kunne argumentere og afprøve ens argumenter. Her har eleverne også mulighed for at få afprøvet deres argumenter, da deres argumentation bliver afprøvet i produktet. Det er en del af det, at eleverne kommer frem til solidariske handlinger omkring deres produkt igennem den sproglige forståelse af, hvordan opgaven skal løses. Det sker kun gennem arbejdet med hjernen og hånden, se figur 4.

Elevtype 1: "Vi havde en diskussion, om vi skulle benytte 2, 3 eller 4 sensorer." Elevtype 2: "Om den midterste sensor skulle sidde foran eller bagved."

Elevtype 1 og Elevtype 2 fra fokusinterview.

Elevtype 1 "Vi havde meget store diskussioner om, hvordan sensorerne skulle sidde. Der var meget delte meninger om det, men det i sig selv var der mange overvejelser omkring processen i forhold til opbygningen af robotten. Vi kom frem til nogle træk, at jo flere sensorer des større fejl og vi ville også holde dem symmetrisk" Elevtype 4: " Vi lavede et stykke papir og tegnede sensorerne på papiret og kørte papiret rundt på banen og kunne her igennem få et overblik. Vi kunne igennem dette visualisere forskellige situationer"

Elevtype 1 og Elevtype 4 fra fokusinterview.

Som det ses ovenfor, er der en del faglige diskussioner, hvor eleverne er nødt til at nå til enighed for at kunne komme videre med deres projekt. Det betyder, at elever skal nå frem til en fælles beslutning og handling, jf figur 4. De blev igennem forløbet mere præcise på deres argumentation og inddrog iagttagelser fra andre situationer i dette undervisningsforløb, hvilket tyder på en progression i denne kompetence. Desuden blev eleverne mere skarpe på at inddrage tidligere erfaringer samt datablade over de elektroniske komponenter i argumentationen.

Så de faglige relationer og fællesskaber har stor betydning for eleverne, hvilket også er med til at motivere dem. Det har også stor betydning, at alle elever syntes at deltage i diskussionerne, da der ikke rigtig er noget rigtigt resultat. Det at kunne kommunikere og forhandle ideer med andre er også en vigtig ingeniørmæssig kompetence. Så det er med til at motiverer eleverne, at træne denne kompetence.

Det er dog ikke rigtig muligt at se om den ene eller den anden elevtype er motiveret mere eller mindre igennem disse faglige fællesskaber og sociale relationer.

Det skete også, at grupperne delte opgaverne op imellem sig, hvilket gør at eleverne nogle gange mistede kontrollen og noget viden inden for nogle områder. Selv om de uddelegerede nogle af opgaverne, ønskede gruppen dog at have kontrol med, hvad der skete. Derfor blev alle i det faglige fællesskab orienteret om det løbende arbejde. Interessen for den faglige fællesopgave, er også et tegn på motivation, thi eleverne ser det som en del af fællesskabet at have overblik over opgavens trin, og hvad der skal ske i næste trin. Desuden sker der her også en form for kvalitetskontrol. Se citaterne nedenfor:

"Vi delte opgaverne ud efter kompetence, så hvis en var god til det fik han opgaven, dog talte vi om nogle mere overordnede ting, hvordan skulle de forskellige blokke være og få tingene til at hænge sammen. Så vi havde næsten altid en diskussion og blev enig om hvordan vi ville gøre, her efter blev opgaverne delt ud".

Elevtype 1 fra fokusinterview.

"Nogle gange gik man to mand på en post, for ligesom at holde lidt øje med at der ikke blev indført nye fejl."

Elevtype 1 fra fokusinterview.

Analyse af indflydelse, autonomi og medskabelse

Det er vigtigt eleverne er medskabere af deres egen undervisning. I almindelige undervisningssituationer er der sjældent mulighed for dette. Det mest udbredte er ved elevfrelæggelser, hvor eleverne er medskabere af deres egen undervisning, og hvor eleverne har ansvaret for deres egen undervisning.

I dette forløb er der tænkt, at eleverne er med til at skabe deres egen undervisning, og har indflydelse på den undervisning der foregår. De har også indflydelse på valg af det faglige område, som deltager i projektet. Så eleverne skal selv drive deres undervisning frem mod et produkt, der er nogle krav til. Det gør at eleverne har meget stor med indflydelse og ansvar på hvordan de når deres mål.

I motivationsmodellen blev det nævnt, at det var vigtigt, at eleverne har en oplevelse af at have medindflydelse på deres undervisning. Som en elev udtrykker det:

"... have den frihed til at lave det og prøve selv at finde ud af en form for problemløsning".

Elevtype 4 fra fokusinterview.

Medindflydelse giver også eleverne et stort ansvar og ejerskab for at nå deres mål. Det er med til at skabe motivation.

"På et tidspunkt var vi kommet lidt bagud, så vi valgte at arbejde på projektet efter skole, også her havde vi ingen følelse af tiden, der var klokken pludselig mange og vi skulle hjem".

Elevtype 1 fra fokusinterview.

Det, som denne elev udtrykker her er den form for flow, som er beskrevet under motivations afsnittet, idet at de bliver så optagede af at løse problemer, at de glemmer tid og sted. Det er noget af det samme, som man kender fra, når eleverne spiller computer eller laver nogle kreative ting, hvor man bliver opslugt af det igangværende. Det er en meget stærk form for motivation og fordybelse.

At skulle bygge ting op fra "bunden", og elevernes præg på fællesproduktet, giver dem meget indflydelse, dog var målet klart, selv om de selv bestemte ambitionsniveauet.

" Vi har rimeligt meget frihed til dette projekt, for vi skriver jo selv koden helt fra begyndelsen, det var rigtig spændende, men vi havde også nogle begrænsninger i selve produktet".

Elevtype 1 fra fokusinterview.

Denne elev ønskede sig lidt mere frihed, det har dog været vigtigt i planlægningen, af dette forløb at have et meget klart mål, men dette er karakteristisk for team/projektarbejde. Det har været vigtigt i undervisningsforløbet her at have nogle fasterammer, og andre steder have store frihedsgrader.

Autonomi er også en vigtig del af det at have frihedsgrader i undervisningen. Det er et meget generelt træk, at eleverne ind imellem blev autonome, hvis der var noget der specielt interesserede dem. Det kan dog nogle gange gå ud over det faglige fællesskab i gruppen. Der er et eksempel på, at en elev arbejder meget autonomt med koden, og vil ikke rigtig have med de andre ting at gøre.

To elever arbejder med at løse et elektrisk problem omkring en H-bro til at få motorerne til at virke og forsøger at inddrage den tredje person i gruppen. Den tredje siger til de to andre "Det interesserer mig ikke, jeg vil helst bare lave kode". De to andre elever går videre med at løse deres problem.

To elevtype 1 og en elevtype 4 fra observationerne/video.

Eleven ovenfor er så opslugt af en ting, som han syntes er spændende, at han ikke vil hjælpe de to andre elever. Dog er denne elev nødt til, at indgå i det faglige fællesskab, da koden ikke kan stå alene, da denne både skal opsamle information og styre motorerne. Eleven bliver senere involveret i andre dele af projektet. Et eksempel mere fra en anden gruppe:

"Den ene elev der arbejder på robotten forslår at de sætter en tredje sensor bag på robotten (elevtype 2). Eleven prøver at argumenter at det er en god ide, men en anden elev (elevtype 1) i gruppen prøver at mod argumenterer imod, da det bliver for svært at komme frem til hvordan de skal styre robotten, de prøver begge at få den tredje person i gruppen overbevist, men han siger det er kun programmeringen der interesserer mig (elevtype 4).

Elevtype 1,2 og 4 fra observationerne/video.

Gruppen ovenfor var eleverne meget blandet af elevtyper og arbejdede på en helt anden måde. De arbejdede ligesom i parallelspor. En arbejdede med programmering de 2 andre med opbygning af robotten.

Det fremgår tydeligt at elevtype 4 er optaget af programmeringen og er forholdsvis autonom, da selve designet af robotten ikke interesserer ham. Den anden elev har fået en ret kreativ løsning, som ikke er så løsningsorienteret.

Ovenfor er der en diskussion og de 2 ideer bliver forhandlet på plads, ved at kombinerer de to løsninger, så her kan man se den ingeniørmæssige kompetence i spil "Kommunikere og forhandle ideer med andre". Der er her også tale om 2 forskellige tilgange til problemet den mere eksperimentelle og den mere teoretiske.

Der var også tegn på autonomi, som fandt sted efter skoletid, ift søgning efter ny viden, som så blev ført ind i undervisningen.

Her har den ene elev på eget initiativ fundet noget brugbart information frem efter skole tid, som bliver inddraget i projektet fra morgenstunden. Det er et eksempel på en autonom handling. Det er også et tegn på at denne elev er meget motiveret og villig til at benytte sin fritid på at arbejde med projektet.

Tidligt fra morgenstunden er gruppen i gang med at arbejde. Eleverne har allerede fundet en del ting (dimser) inden timen begynder. En af eleverne har fundet et datablad frem på internettet, som en anden elev skal bruge for at kunne koble motorerne til robotten. Det kommer bag på den elev, der lige netop har brug for dette dokument til at arbejde videre med. Eleven der har fundet dokumentet forklarer de 2 andre i gruppen hvordan motoren skal kobles op i forbindelse med mikroprocessoren.

To elevtype 1 og en elevtype 4 fra observationer/video.

Det viser at eleverne søger hjælp via internettet og inddrager det i undervisningen. Eleven der har fundet det frem, har givet vis ledt efter det der hjemme for så at de kunne komme hurtigt videre. Her sker der også en formidling af viden som den ene elev har tillært sig der hjemme til de 2 andre.

Det at give eleverne så stor selvbestemmelse er noget, man skal arbejde med igennem hele uddannelses forløbet. Det er eleverne på HTX uddannelsen vandt til. De fleste elever magter ikke, at have alt for meget selvbestemmelse fra dag et. Så det at eleverne er vandt til at arbejde med indflydelse og medskabelse af deres egen undervisning, gør at de er forholdsvis trykke i et undervisningsforløb som dette. Dog er dette en lidt anden måde at arbejde på end de er vandt til (meget produktorienteret og et camp forløb er de ikke så vandt til).

Jeg havde forventet at elevtype 4 ville være meget motiveret, da lige netop autonomi er nøgle ordet for denne elevtype. Det var dog ikke muligt at iagttage nogle forskelle mellem de forskellige elevtyper på autonomi området. Ud fra det eleverne fortæller og det jeg iagttager under observationerne, er det noget der motiverende for eleverne, når de selv er medskaber af undervisningen. Det er også med til at styrke deres ingeniørmæssige kompetencer og derved deres læring.

Opsummering

Selv om det i dette forløb var muligt at skelne de forskellige elevtyper fra hinanden (gennem elevtype spørgeskema, fokusinterview og observationer), er det ikke muligt at se, hvorvidt den ene elevtype bliver mere motiveret end den anden.

Jeg kunne dog se i observationerne/videoerne, at de forskellige elevtyper havde forskellige tilgange til opgaven. Elevtype 1 var meget fokuseret på løsningen, og gik målrettet og systematisk mod den.

En elev arbejder med at finde ud af, hvor langt fra en sensor skal være for at få det bedste signal. Eleven udarbejder en kurve over den ideel afstand.

Elevtype 1 fra observationerne/video.

Det er en af de ingeniørmæssige kompetencer der er i spil her nemlig "Design og udføre eksperimenter og inddrage det i beslutningstagningen". Eksperimentet her indgår i beslutningen, om hvor højt oppe sensoren

skal være. Desuden er der også en anden vigtig beslutning, omkring at kunne skelne sort fra hvidt på robotbanen.

Lidt længere henne i forløbet, var der en anden elev der gik meget målrettet og systematisk efter en løsning.

Eleven arbejder teoretisk med at lave en tabel over samtlige kombinationer af deres 3 sensorer, eleven har for hvert af tilfældene skrevet ned hvad robotten skal gøre i de enkelte tilfælde. Efterfølgende har eleven lavet en A4 ark og tegnet sensorerne på papiret, herefter kører eleven banen igennem med papiret.

Elevtype 1 fra observationerne/video.

Det er en meget teoretisk tilgang til problemet og den er meget løsningsorienteret.

Det at eleven laver en tabel, eller bygger på viden fra matematikfaget og den naturvidenskabelige metode til at udvikle deres produkt. Er også en ingeniørmæssig kompetence som beskrevet ovenfor "Udtrykke ideer og resultater med matematik (beregninger, tabeller, diagrammer)". Eleverne afprøver også deres ide på en lidt matematisk modellering, men de afprøver deres model og retter lidt i deres tabel. Det er anden ingeniørmæssig kompetence "syntetisere ideer (egne og andre) mod en passende løsning, der opfylder målet".

Den ingeniørmæssige kompetence "Evaluere og forklare strukturen, opførelsen og funktionen af komplekse systemer (naturlige eller kunstige)" kommer til udtryk. I ovennævnte observationer er eleverne i gang få et overblik over et komplekst system og forklarer strukturen ud fra deres teoretiske overvejelser.

En anden gruppe, som var lidt bogligt svag var meget interesseret i hele Maker kulturen (Det er den kultur der i højgrad har sit omdrejningspunkt omkring fablabs og garage værksteder), og der igennem meget interesseret i 3D printer og ville 3D printe nogle holder til sensorerne på robotten. Gruppen bestod af to elevtype 2 og en elevtype 4.

Elevtype 2 siger "At nu må de heller finde ud af og få beregnet den for modstand til sensorerne, så sensorerne kan komme i 3 D print holderen". Så de går i gang med at kigge i fysik bogen. Efter at have kigget i den lidt tid opgiver de og henvender sig til læreren, som giver gruppen nogle hint.

Elevtype 2 fra observationerne/video.

Det er ret tydeligt, at deres succes med at 3D printe nogle holder, og den drivkraft det giver har en afsmittende effekt på disse elever, tilskynder dem til opsøge ny viden. Eleverne prøver endda selv, men må dog give op og henvende sig til læreren. Gruppen som bestod af nogle svage elever har erkendt at det er nødvendigt at kombiner den teoretiske viden med deres praktiske tilgang til viden for at få det til at lykkes.

Så her er et eksempel, hvor man kan se, at det motiverer nogle elever til at lære mere, hvis det selv har stor valgfrihed. Det er dog svært at sige om det er på grund af deres elevtype eller det er fordi de har fået en succes gennem deres 3D printholder. Da 3D holderen ikke er relevant for løsningen af deres problem er der her tale om en form for autonomi. Ved at de vælger at arbejde med noget, som ikke lige hidrører løsningen. Gruppen fik også anerkendelse fra nogle af de andre elever, det er også med til at skabe motivation.

Ud fra det ovenstående ses det, at der er forskellige tilgange til arbejdet alt efter, hvilken elevtype man er. Dog kan jeg ikke sige noget om at det her forløb motiverer nogle elevtyper mere end andre. Det kan også skyldes, at det ikke helt er så sort hvidt med elevtyperne, da de fleste elever indeholder lidt af alle elevtyper.

De ingeniørmæssige kompetencer er tydlige i dette forløb, selv de meget bogligt stærke elever godtager præmissen, om at det ikke er alt, man kan regne sig frem til eller den usikkerhed ikke at kende det rigtige svar.

Metodekritik og diskussion

Jeg har i højgrad valgt at have fokus på de positive sider af forløbet, da det er det der skal bygges videre på i fremtiden. Undervisning er også sket i en klasse med en lærer, som syntes det er spændende at undervise i ingeniørmæssige kompetencer. Der er en del forskning fra grundskolen der peger på at der er mange lærer der mangler kompetencerne til at undervise i et produktorienteret forløb [Sølberg og Waadegaard 2018 og Martin K Sillasen, Keld Nielsen og Peer S Daugbjerg 2017]. Så det har en betydning for undervisningen, at læreren har de for nødvendige kompetencer og brænder for at undervise på denne måde. Det giver en afsmittende effekt på eleverne.

Det at der indgår rigtig mange elementer camp, konkurrence og produkt gør nok at billedet bliver lidt mudret. Er det så konkurrencen der motiverer eller det at arbejde med det samme i en uge? Det kan jo også være det at skulle lave et produkt. Eleverne mente dog, at det med produktet var det som motiverede dem mest, men der var også nogle elever, der sagde at konkurrencen motiverede dem lidt, og andre sagde at de kunne godt have undværet konkurrencen. Det med campen syntes de også var godt, da man ikke skulle bruge tid på at rydde op og finde ting frem (mulighed for fordybelse). Det med kun at se på det ingeniørmæssige og produktorienteret er en forenkling i forhold til at forløbet også havde andre nye elementer (camp og konkurrence). Det kan dog forsvares med, at konkurrencen er en del af evalueringen og campen er en ingeniørmæssige måde at arbejde med tingene.

Valg af interviewpersoner

Med min undersøgelse ville jeg afdække om et undervisningsforløb med ingeniørmæssige kompetencer kunne motivere en bestemt elevtype. Min analyse viser der er en kompliceret samspil mellem mange faktorer. Ved hjælp af semistruktureret fokusinterviewet, håbede jeg på at få besvaret mit forskningsspørgsmål.

I mine overvejelser om udvælgelse af grupper til de to fokusinterviews ville jeg gerne have en god fordeling af alle elevtyper. Det var ikke helt så enkelt, så det endte med at jeg fik to grupper med overvægt af elevtype 1. Det var heller ikke alle grupper, der var interesserede i at deltage i et interview, hvilket gjorde at jeg skulle vælge blandt de frivillige grupper.

Jeg håbede også, at de nogle gange kunne reflektere over det, de andre sagde. Det var inde i mine overvejelser at lave individuelle interviews, men jeg gik bort fra tanken, da jeg har gode erfaringer med fokus interviews, og den måde eleverne tit kan udbygge forskellige forklaringer og modsætninger bliver også trukket mere op. Gruppedynamikken kan også spille en rolle under interviewet, da toneangivende elever kan påvirke resten, så det er en af de mekanismer der taler imod.

Men de fordele der er i at kunne trække forskelle, og få bekræftet udsagn fra de andre elever.

Det gør at billedet bliver lidt mere forenklet i denne komplekse problemstilling, men det var de betingelser jeg havde at arbejde med. Det skal bemærkes at denne forenkling gør at jeg havde mulighed at lave en konklusion, der var mere fast i forhold til elevtype 1.

Valg af elevtype inddeling

Inddeling af elevtyper skete efter en metode, som jeg kendte fra mit arbejde med talenter. Jeg var dog nødt til at amputere den lidt, da det ikke gav mening at gruppere de to af elevtyperne.

Det skal også bemærkes, at man nok burde gå mere i dybden med udvælges af elevtyper, da det ser ud som om jeg ikke ved min udvælgelse får spottet elevtype 3 (den skjulte elev). Det kan måske skyldes, at undersøgelsen ikke har været anonym. Grunden til at det ikke var anonymt var at det skulle sammenkobles med motivationskurverne.

Jeg udviklede et spørgeskema (se bilag 2), så det var muligt at inddele dem efter elevtyper med en vægtning, som jeg fandt fornuftig. Det er naturligvis min egen subjektive holdning, der bliver lagt ind over spørgeskemaet. Det skal dog bemærkes at der var en del kontrol spørgsmål, eller flere indikatorer på at eleven tilhørte en bestemt type. Fokusinterviewet var naturligvis med til at bekræfte at eleverne var inddelt efter forskellige typer.

Det var dog ikke muligt at se, om en elevtype havde rykket sig mere end en anden elevtype. Her ville det have været informativt, at have observeret klassen i et andet forløb. Selv om jeg spurgte ind til det under fokusinterviewet var alle elevtyperne enige om, at det var motiverende. Motivationskurverne bekræftede eller afkræftede heller ikke mit forskningsspørgsmål på dette område. Det er ikke sådan, at det motiverer en elevtype mere end en anden, men da motivationen generelt ligger højt er det måske således at forløbet rammer mere bredt.

Det bør naturligvis også nævnes, at det var ikke sådan at hvis en elev tilhørte gruppen af en elevtype kunne denne med meget få ændringer i svarrene flytte sig til en anden elevtype. Det kunne også tænkes at en elev er en elevtype i dette forløb og i et andet forløb er en anden. Så der er mange parameter der kan flytte billedet. Dog kunne jeg fra mine observationer/video se at de forskellige elevtyper kom til udtryk ved deres arbejdsmetoder.

Ingeniørkompetencerne

I litteraturen er der ikke helt enighed om, hvilke kompetencer en ingeniør benytter sig af. Det var dog min holdning at dette forløb minder meget om et IBSE forløb (Undersøgelse baseret naturfags undervisning), som har et videnskabeligt omdrejningspunkt, hvorimod dette forløb har et produktorienteret omdrejningspunkt. Først havde jeg valgt at se på en handlingsorienteret didaktik, som jeg også har inddraget lidt af. Jeg valgte dog at se på de ingeniørmæssige kompetencer, da der var nogle mangler i forhold til mit forløb inden for den handlingsorienterede didaktik. Det betyder, også at der er en stor usikkerhed i observationerne når jeg ser på de ingeniørmæssige kompetencer og hvordan de skaber motivation.

Jeg kunne se mange af kompetencerne udfordret/anvendt i forløbet. Det er dog lidt sværere for eleverne, at se hvad de lærer, det kom frem under fokusinterviewet. Det er måske også klart, da eleverne også har svært ved at se kompetencer man arbejde med i matematik (eller et andet fag). Eleverne kender måske også dårligt hvad, man som ingeniør arbejder med. Det blev ikke gjort klart for eleverne, at vi havde nogle nye kompetencer i spil. Der var dog ingen tvivl om at eleverne kunne se anvendeligheden af denne måde at arbejde på. De inddrage også viden fra andre fag til dette forløb og eleverne tog også noget (systematikken, argumentation, formidlingen og motivationen) med tilbage til de enkelte fag. Det er en indikation på at der

er sket læring. Flere af eleverne nævner det med strukturen og det med at nedbryde til mindre elementer, og den sidste ting er det med at fejlfinde. Eleverne finder ud af at det er ok at lave fejl, og at omhyggelighed betaler sig.

Eleverne brugte meget tid på fejlfinding, da det ikke altid er enkelt at se, hvor fejlen er (komponenten er gået i stykker, løs forbindelse eller en programmeringsfejl). Derved udvikler eleverne en fejlfindingssystematik, som ikke er beskrevet i de ingeniørmæssige kompetencer. I et helt andet produktorienteret forløb med fx at bygge en tagkonstruktion ville fejlfinding ikke fylde så meget, da det er ret nemt at se, hvis man har savet forkert. Det betyder, at valget af det produktorienteret forløb afhænger også af, hvilke kompetencer der kommer i spil. Det bør dog bemærkes, at det og finde fejl ville kunne beskrives af den ingeniørmæssige kompetence "Evaluere og forklare strukturen, opførelsen og funktion af komplekse systemer".

Jeg observerede en del arbejde med at nedbryde en kompleksstruktur i mindre små opgaver. Den er ikke direkte en del af de ingeniørmæssige kompetencer, men kan godt komme ind under "Design og udføre eksperimenter og inddrage det i beslutningstagningen", da eksperimenter er en måde at splitte/systematisere virkeligheden i mindre dele.

Motivationskurverne

Motivationskurverne blev udviklet så jeg havde et værktøj til at se, hvordan motivationen afhang af modstanden undervejs i undervisningsforløbet. Så ville jeg kunne opsamle noget empiri til brug under fokusinterviewet, men også til brug i forhold til de forskellige elevtyper. Jeg havde valgt begrænset antal målepunkter, som jeg mente var dækkende (det er også et spørgsmål om hvor meget eleverne gider udfylde). Det er en forenkling, af den kompleksitet der er i dette undervisningsforløb.

Under observationerne af forløbet var det tydeligt, at nogle elever først udfyldte det den sidste i forløbet. Det er ikke altid, at man lige kan huske, hvordan de forgående dage var. Der var heller ikke ret mange, der skrev kommentar til kurverne. Det gør at der er en risiko for at kurverne ikke viser det sande billede, desuden er jeg sikkert gået glip af noget empiri ved at nogle af eleverne ikke har udfyldt kommentarfeltene.

Kurverne var dog brugbare i forhold hvordan motivationen af, hvordan de enkelte elevtyper udviklede sig hen gennem ugen og til de efterfølgende fokusinterviewes.

Under udviklingen af produktet, havde eleverne meget selvbestemmelse og de skulle fortage nogle fællesbeslutninger, som ikke altid endte med at den enkelte elev fik sat sit præg på produktet. Men det kan give den enkelte elev en oplevelse af at have sat sit præg på produktet.

Logbogen

Jeg havde ikke gavn af logbogen, da den mest var en form for fejlhåndteringslog, Den var også en del af SO-forløbet, da eleverne kan vælge at bruge den til deres portefolioeksamen. Når man spurgte eleverne var de enige om, at det at finde fejl var en vigtig kompetence. Eleverne var overbevist om, at de var blevet langt bedre til det under forløbet.

Reliabilitet, validitet og generaliserbarhed

Det er vigtigt at stille sig selv spørgsmålet ville man kunne nå frem til samme resultat hvis nogle forsker skulle gentage mit forsøg eller benytte mine data nå frem til det samme resultat. Sandsynligvis ville de ikke nå frem til samme resultat, da analyserne og forløbet er en socialkonstruktion, der er forhandlet på plads i en given kontekst og ved brug af den valgte teori. Det betyder, at med denne tilgang er reliabilitet meget lille.

Det næste spørgsmål man kan stille sig er, hvorvidt denne metode undersøger det, den har til hensigt; hvorvidt min indsamling af empiri afspejler de variable og fænomener, jeg interesserer mig for at undersøge. Der er 3 ting i spil, udvælgelse af elevtyper, motivation og tilegnelse af de ingeniørmæssige kompetencer.

Elevtype udvælgelse skete på baggrund af Betts og Neihart [Betts og Neihart] opdeling for talentfulde elever. Jeg var af den overbevisning, at ved benytte denne kunne man skelne mellem forskellige typer af elever, der har forskellige fokus på skolearbejdet. Jeg valgte at lave et spørgeskema og skar efterfølgende antallet af elevtyper til kun at se på 3 typer. Men det er ikke sikkert af en større variation ville give et mere nuanceret billede. Det er naturligvis et valg jeg har fortaget i forløbet her, men at gruppere elever er altid vanskeligt, da alle elever indeholder lidt af alle typerne. Spørgeskemaet er også udviklet af mig med efterfølgende vægtning, hvilket, gør at det er mine holdninger. Det var dog således at eleverne efterfølgende i fokus interviewet (6 elever) bekræftede at de tilhørte de elevtyper, som spørgeskemaet viste. Det var dog ikke muligt at skelne, hvorvidt den ene elevtype var mere motiveret end den anden elevtype. Så det ville have været rigtig godt, at have observeret eleverne i en normal undervisningssituation, så man ville kunne stille spørgsmål ved validitet ift inddeling af eleverne.

Motivation er en kompleks størrelse. Jeg har forsøgt at måle den på forskellig vis ved at kvalificere empirien. Eleverne lavede motivationskurverne, hvor jeg havde valgt nogle domæner ud, som jeg syntes havde indflydelse på motivationen på baggrund af teoretiske overvejelser. Jeg lavede feltobservationer og efterfølgende fokusinterview. I det efterfølgende interview benyttede jeg input fra motivationskurverne og observationerne. Det gør at noget af den indsamlede empiri før fokusinterviewet, bliver præsenteret for eleverne under fokusinterviewet. Så der er rimelig høj validitet af den indsamlede empiri og efterfølgende analyse.

De ingeniørmæssige kompetencer kom også til udtryk under observationerne og blev efterfølgende præsenteret for eleverne under fokusinterviewet. Teorien bygger på forskning i grundskolen, og måske som tidligere nævnt en ret ung teori, så der findes ikke mange studier. Bortset fra at man ser nogle kompetencer i netop dette forløb, som ikke er klart beskrevet i teorien. Der var dog mange af de andre kompetencer, der var ret tydelige, under observation og som blev bekræftet under fokusinterviewet af eleverne. Så validitet er rimelig høj om iagttagelserne af de ingeniørmæssige kompetencer.

Da jeg har været alene om at udvikle og indsamle empiri er det præget af min tilgang og forventning til studiet. Selv om nogle af ideerne har været diskuteret med andre. Jeg har også valgt, at fremhæve de positive elementer i dette forløb, hvilket også giver en skævvridning i opsamling af empiri. (eksempelvis under observationerne og fokusinterview har jeg set efter tegn der passer til motivation).

Den sidste kvalitetsparameter drejer sig om hvorvidt dette er generaliserbart. Det betyder, om det der er arbejdet med her, har en universal gyldighed. Jeg ser det, som den viden der er skabt i denne sammenhæng, kan overføres til andre relevante sammenhænge.

Dette forløb er udarbejdet i en HTX kontekst på HC Ørstedes Gymnasiet i Lyngby, kan man overføre den viden til andre gymnasier/folkeskoler? På HTX er der forholdsvis mange ingeniører der underviser, som netop har de kompetencer, der skal undervises i. Desuden har man også en tradition for at arbejde problem orienteret og med praktiske opgaver på HTX. Den viden der er indsamlet her ville man godt kunne bruge på et andet HTX. Det er blevet nævnt tidligere om manglende lærerkompetencer med en ingeniørmæssig tilgang var en af de største barrierer for at indføre et produktorienteret undervisningsforløb på andre gymnasietyper og i folkeskolerne. Så umiddelbart ville den viden godt kunne generaliseres til

andre relevante steder, hvis lærerne blev uddannet i at undervise mere produktorienteret. Der er også et problem ved bekendtgørelsen, samt at man kan ikke sætte krydse et given fag mål eller kernestof af.

Det åbner også op for om det kan overføres til et forløb inden for en anden ingeniørmæssig disciplin end elektronik og programmering. Hvis denne viden skulle overføres til et andet forløb med en anden ingeniørmæssig disciplin ville der sikkert komme mere fokus på andre ingeniørmæssige kompetencer. Men selve ideen og konceptet vil godt kunne overføres til andre ingeniørmæssige discipliner.

Konklusionen

I dette studie blev der arbejdet med problemformuleringen:

Hvordan kan ingeniørmæssige kompetencer i et produktorienteret læringsforløb fremme motivationen for bestemte elevtyper til at lære?

Eleverne kunne ikke selv se de ingeniørmæssige kompetencer, de så det mere som en anden måde og arbejde på. Det nye var så, at det med fejlfinding betyde rigtig meget hos eleverne. Så flere af eleverne taler om at der sket en progression i fejlfindings kompetencen, som eleverne kaldte den. Læren havde heller ikke talt om de ingeniørmæssige kompetencer. Det kan være en af grundene til eleverne ikke kan se de ingeniørmæssige kompetencer. Det er dog også således at hvis man spørger ind til kompetencer, så kan eleverne faktisk godt se at det er det der arbejdes med i dette forløb.

Grupperingen med elevtyper kastede på ingen måde lys over om den ene type skulle være mere motiveret end en anden type. Så ud fra mit undersøgelses design kan jeg ikke sige noget om det. Der var indikationer på at der var forskellige tilgange til arbejdet alt efter, hvilken elevtype eleven var. Det kunne ses ud fra observationerne. Elevtypeinddelingen foregik efter et spørgeskema og som efterfølgende blev bekræftet af eleverne under fokus interviewet. Hvis jeg skulle lave et lignende eksperiment ville jeg nok udelade elevtype opdelingen, da jeg ikke kan konkludere noget, om den ene type er mere motiveret end den anden. Det jeg observerede var, at ingen af elevtyperne skilte sig ud. Spørgeskemaet var ikke anonymt, hvilket også har indflydelse på måden, den enkelte elev svarer. Jeg har en mistanke om at elevtype 3 "Den skjulte elev" ville svare anderledes, hvis spørgeskemaet var anonymt. Der er selvfølgelig også, at spørgeskemaet ikke har fundet frem til den inddeling, som jeg havde forventet. Det kan jo godt være således at i et andet mere teoretisk undervisningsforløb, at det var tydeligt at elevtype 1 var mest motiveret. Det kunne jeg måske have konkluderet mere fast, hvis jeg havde mulighed for at se klassen i et almindeligt undervisnings forløb. Klassens lærer sagde dog at han kunne se en større aktivitet hos de svage elever.

At ingeniørmæssige læringsforløb kan motivere de svage elever bekræftes af andre studier som Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms [Brophy, Sean e al 2008] og af EU-projektet Fibonacci [Fibonacci]. Det er dog 2 studier med elever på grundskolen. Det var dog svært at finde nogle studier på gymnasial niveau.

Der er ingen tvivl om, at et produktorienteret undervisningsforløb i mit tilfælde er med til at motivere eleverne. Den måde at undervise i STEM fagene, her specielt T-teknologi og E-Engineering, er noget der med fordel kan indarbejdes i den almindelige undervisning på lige fod med den undersøgende baserede naturvidenskabelige undervisning.

Min undersøgelse understøtter det, at et produktorienteret undervisningsforløb med ingeniørmæssige kompetencer er med til at motivere eleverne, men det viser ikke noget fast om at nogle elevtyper er mere motiverede end andre.

Desuden vil jeg fremhæve en sideeffekt, som er meget interessant. Teknologien kan udgøre en form for ekstra lærer, ved at give primitiv feedback på elevernes løsning. Denne feedback gør at eleverne reflekter over hvad de har lavet, og her igennem videreudvikle deres produkt. Så der sker også en progression vha teknologien.

Undersøgelsen viser også at der sker læring, af de ingeniørmæssige kompetencer, som eleverne kan bruge i andre fag.

Perspektivering

Kvalificeringen af ingeniørmæssige kompetencer til at skabe motivation på gymnasiet sker ikke bare ved at se på et robotforløb, så det kunne være spændende at se om de samme kompetencer kommer til udtryk i forskellige ingeniørmæssige discipliner. Det kunne være inden for eksempelvis byggeri og tekstil. Det vil måske også tiltrække flere piger inden for disse ingeniørmæssige discipliner.

Et andet aspekt kunne være at lave et lignende forsøg men udvide det, så man kunne få en mere uddybende viden om, hvad den anderledes undervisning betyder for de forskellige elevtyper, det var en af de spørgsmål jeg ikke fik svar på. Det er meget vigtigt, at vi laver en undervisning der motiver nogle af de elever, som vi måske taber undervejs.

På det mere dannelsesmæssige bliver der opbygget kategorier (begrebsapparat, kognitive strukturer) gennem fagligt arbejde. Når der gennem faglig fordybelse opnås metaviden (gennem opbygning af kategorier), der rækker fra det fagspecifikke til det almene.

Vi kommer i den nærmeste fremtid til at se STEM fagene vinde mere frem, en af de store tiltag i Danmark er Teknologipagten. Den nye teknologi er blevet mere tilgængeligt, og er ind i en hurtig udvikling, det gør at diskursen i de traditionelle fag vil tage en drejning over i mod denne nye teknologi. Det ses allerede i dag i eksempelvis matematik, som tager en drejning over i mod at blive mere diskret og algoritme orienteret. Det lægger mere op til at benytte faget i forbindelse med produktudviklingen og specielt i forbindelse med programmering og BIG data. I et fag som fysik ses det også i forbindelse med at faget bevæger sig mere hen imod data opsamling med sensorer og mikroprocessorer. Det betyder, at STEM fagene får mere og mere betydning. Derfor er det vigtigt, at udvikle/videreudvikle en didaktik omkring STEM-fagene. Det afføder, at der skal ses på nye kompetencer og evalueringsmetoder af eleverne.

Produktorienteret undervisningsforløb ville kunne udfoldes til også, at benyttes i børnehaver, så de allerede for tankegangen ind i en meget tidlig alder. Der ses allerede brudstykker af den slags i dag. I folkeskolen er der et meget populært tiltag omkring programmering [Coding pirates].

I forhold til den uddannelsesmæssige debat kommer der mere og mere fokus på økonomi, karakter og prøver. Det kunne være et bud på en anden tilgang til arbejdet med de naturfaglige fag og måske en mere demokratisk og dannelsesmæssig tilgang.

Litteratur

Astra, Kommissorium for strategigruppe for en nationalvidenskabsstrategi,
https://astra.dk/sites/default/files/Kommissorium%20for%20strategigruppe%20for%20en%20national%20na_2.pdf (set 21042018)

Betts og Neihart. Profiles of the Gifted and Talented.
<https://talentstimuleren.nl/?file=700&m=1381450002&action=file.download> (set 21042018)

- Brophy, J (2004a) *Motivating Student to Learn*. Taylor & Francis Group. Routledge.
- Brophy, S., Klein S., Portmore M. og Rogers C. (2008). *Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms*. *Journal of Engineering Education* July 2008.
- Coding pirates, <https://codingpirates.dk/> (set 21042018)
- Dewey, J. (2008). *The Analysis of a Complete Act of Thought. How we think*. DC Heath. (2008 <https://www3.nd.edu/~dhoward1/Dewey%27s%20Theory%20of%20Science.pdf>) (set 21042018)
- Douady, R. (1997). *Didactic engineering. Learning and teaching mathematics: An international perspective*. Edited by T. Nunes & P. Bryant. Psychology Press.
- Fibonacci EU-projektet <http://www.fibonacci-project.eu/> (set 21042018)
- Flow teori, af Csikszentmihaly, DPU, <http://edu.au.dk/aktuelt/aktuelle-temaer/flowogpositivpsykologi/definitionenafflow/> (set 21042018)
- Flow teori, af Csikszentmihaly, <http://www.blivklog.dk/flow/> Frans Ørsted Andersen (set 21042018)
- Gudjons, H (2008). *Handlungsorientiert Lehren und Lehren. Schüleraktivierung, Selbsttätigkeit, Projektarbeit*. Julius Klinkhardt.
- Harasim, Linda (2012), *Learning Theory and Online Technologies*. Routledge.
- Hein, H, H. (2009). *Motivation*, Hans Reitzels Forlag.
- Jank, W. og Meyer, H. (2006). *Didaktiske modeller*. Gyldendal.
- Justesen og Mik-Meyer (2010). *Kvalitative metoder i organisations- og ledelsesstudier*, Hans Reitzels Forlag
- Kelding & Qvortrup (2014), *The didactics of higher education didactics*. European Educational Research Association.
- Knoop, Hans Henrik (2001). *Livslang læring – menneske eller politisk krav*. *Uddannelsen* tidsskrift 9.
- Kvale, Steiner og Brinkmann (2009). *Interview. Introduktion til et håndværk*. Hans Reitzels Forlag.
- Lov om de gymnasiale uddannelser <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=186027#id1e65fa4c-cb8b-48b4-905c-9610769e2c34> (set 21042018)
- Niemiec & Ryan (2009), *Autonom, competence and relatedness in classroom*. *Theory and Research in Education* 7.
- Qvortrup (2001), *Det lærende samfund: Hyperkompleksitet og viden*, Gyldendal.
- Ruthven, K. (2012). *The didactical tetrahedron as a heuristic for analysing the incorporation of digital technologies into classroom practice in support of investigative approaches to teaching mathematics*. *ZDM, The International Journal of Mathematics Education*, 44 (5).
- Ryan, R.M. og Deci, E.L. (2002). *Overview of Self-Determination Theory: An Organismic Dialectical*. *Handbook of Self-Determination Research*. The University of Rochester Press.

Shapiro, Jordan et Al, Mind/Shift Guide to Digital Games + Learning,
<https://a.s.kged.net/pdf/news/MindShift-GuidetoDigitalGamesandLearning.pdf> (set 21042018).

Sillasen, Martin K., Nielsen, Keld og Daugbjerg, Peer S. (2017). Engineering – svaret på naturfagenes udfordringer. Mona 2017-2

Skaalvik og Skaalvik (2007). Skolens læringsmiljø : selvpfattelse, motivation og læring, Hans Reitzels Forlag.

Sølberg, Jan og Waadegaard, Ninna (2018). Engineering i skolen – syntese af en praksiskortlægning. NEUC Januar 2018.

Sørensen, Birgitte Holm, Audon, Lone og Levinsen, Karin (2010), Skole 2.0, Forlaget Klim.

Sørensen, Hutter et AL (2013). Unges motivation og læring, Hans Reitzels Forlag

Tanggaard, Lene og Brinkmann, Svend (2010). Towards an epistemology of the Hand. Studies in Philosophy and Education. Springer.

Tchoshanov, Mourat. Engineering of Learning: Conceptualizing e-didactics
<http://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214730.pdf> (set 21042018).

Uddannelsen til teknisk studentereksamen htx <https://uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/uddannelser/hoejere-teknisk-eksamen-htx> (set 21042018).

Version2/Ingeniøren <https://www.version2.dk/artikel/ny-version2-blogger-danmark-har-brug-ivaerksaetter-superhelte-18932> (set 21042018).

Walsh Kelly 8 research finding supporting the benefits og gamification in education.pdf, fra Misu 8: Game og Gamification.

White, D. H. (2014), What is STEM Education and Why Is it importen?, Florida Assorciation of Teacher Educators Journal, 1.

Bilagliste

Bilag 1: Undervisningsforløbet

Bilag 2: Elevtype spørgeskema

Bilag 3: Motivationskurver

Bilag 4: Interview guide til fokusinterview

Bilag 5: Film fra observationer (Ikke vedlagt, kan fås ved henvendelse til jbl@tec.dk)

Bilag 6: Fokusinterview lyd optagelser (Ikke vedlagt, kan fås ved henvendelse til jbl@tec.dk)

Bilag 7: Data fra elevtype spørgeskema (Ikke vedlagt, kan fås ved henvendelse til jbl@tec.dk)

Bilag 8: Data fra motivationskurverne (Ikke vedlagt, kan fås ved henvendelse til jbl@tec.dk)