



Stopmotion som redskab for konceptuel læring

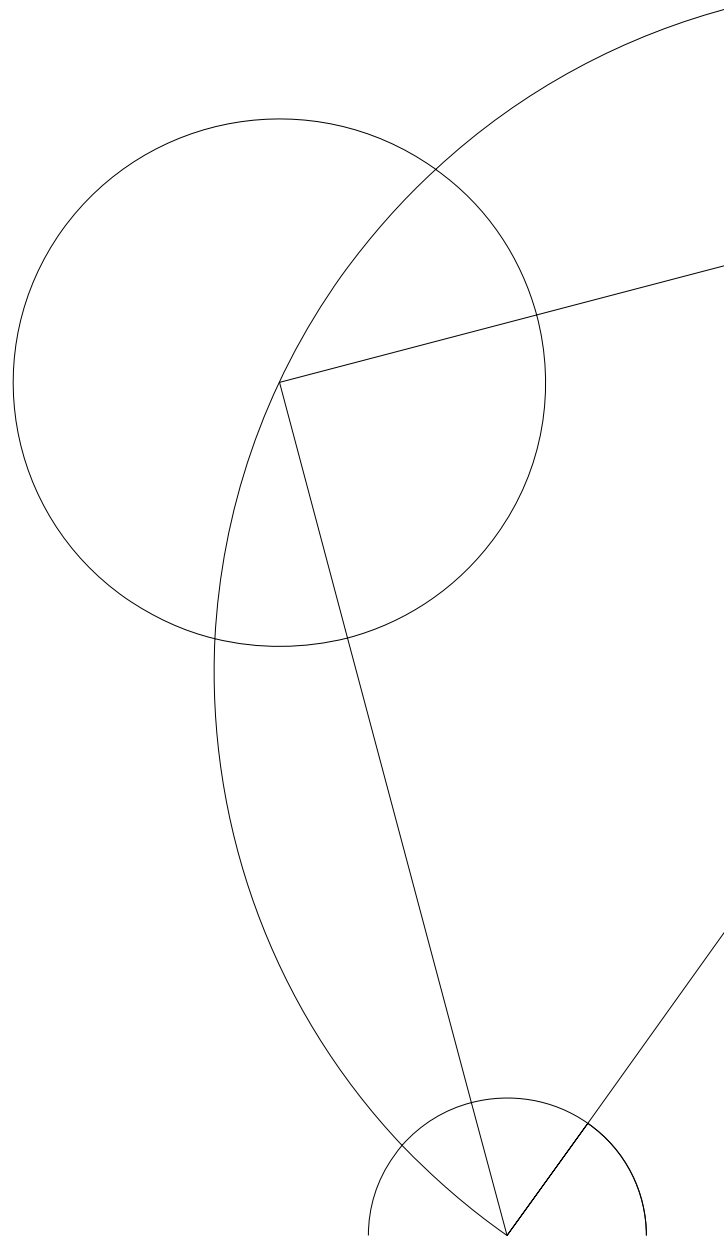
Hans Lindebjerg Legard

Master's Thesis -Fysik

Vejleder: Jesper Bruun

1. Juli 2020

IND's studenterserie nr. 113, 2023



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

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

87. Jesper Jul Jensen: Formativ evaluering og faglige samspil i almen studieforberedelse (2020)
88. Karen A. Voigt: Assessing Student Conceptions with Network Theory - Investigating Student Conceptions in the Force Concept Inventory Using MAMCR (2020)
89. Julie Hougaard Overgaard: Using virtual experiments as a preparation for large scale facility experiments (2020)
90. Maria Anagnostou: Trigonometry in upper secondary school context: identities and functions (2020)
91. Henry James Evans: How Do Different Framings Of Climate Change Affect Pro-environmental Behaviour? (2020)
92. Mette Jensen: Study and Research Paths in Discrete Mathematics (2020)
93. Jesper Hansen: Effekten og brugen af narrative læringsspil og simuleringer i gymnasiet (2020)
94. Mie Haumann Petersen: Bilingual student performance in the context of probability and statistics teaching in Danish High schools (2020)
95. Caroline Woergaard Gram: "Super Yeast" - The motivational potential of an inquiry-based experimental exercise (2021)
96. Lone Brun Jakobsen: Kan man hjælpe elevers forståelse af naturvidenskab ved at lade dem formulere sig om et naturvidenskabeligt emne i et andet fag? (2021)
97. Maibritt Oksen og Morten Kjølner Hegelund: Styrkelse af motivation gennem Webinar og Green Screen (2021)
98. Søren Bystrup Jacobsen: Peer feedback: Fra modstand til mestring? (2021)
99. Bente Gulbrandsen: Er der nogen, som har spurgt en fysiklærer? (2021)
100. Iben Vernegren Christensen: Bingoplader i kemiundervisningen – en metode til styrkelse af den faglige samtale? (2021)
101. Claus Axel Frimann Kristinson Bang: Probability, Combinatorics, and Lesson Study in Danish High School (2021)
102. Derya Diana Cosan: A Diagnostic Test for Danish Middle School Arithmetics (2021)
103. Kasper Rytter Falster Dethlefsen: Formativt potentiale og udbytte i Structured Assessment Dialogue (2021)
104. Nicole Jonassen: A diagnostic study on functions (2021)
105. Trine Nørgaard Christensen: Organisatorisk læring på teknisk eux (2021)
106. Simon Funch: Åben Skole som indgang til tværfagligt samarbejde (2022)
107. Hans-Christian Borggreen Keller: Stem som interdisciplinær undervisningsform (2022)
108. Marie-Louise Krarup, Jakob Holm Jakobsen, Michelle Kyk & Malene Hermann Jensen: Implementering af STEM i grundskolen (2022)
109. Anja Rousing Lauridsen & Jonas Traczyk Jensen: Grundskoleelevers oplevelse af SSI-undervisning i en STEM-kontekst. (2022)
110. Aurora Olden Aglen: Danish upper secondary students' apprehensions of the equal sign (2023)
111. Metine Rahbek Tarp & Nicolaj Pape Frantzen: Machine Learning i gymnasiet (2023)
112. Jonas Uglebjerg: Independence in Secondary Probability and Statistics: Content Analysis and Task Design (2023)
113. **Hans Lindebjerg Legard: Stopmotion som redskab for konceptuel læring. (2023)**

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 studentearbejder, og ikke endelige forskningspublikationer.

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

Summary

An analysis of my current praxis, in which a stop motion activity is embedded in a traditional teaching of electricity, centered in classical experiments has shown that analogical scaffolding can facilitate conceptual change (Podolefsky and Finkelstein, 2007). In my masterproject, I have filtered my current praxis, regarding my use of stop motion by the analytical tool analogical scaffolding, which also serves as an analytical and didactical tool in the teaching. In that respect the teaching in electricity, which has been blended to theory and results, serves as an input space for my own conceptual change.

Traditional electricity teaching does not solve the challenge of creating conditions for conceptual change, as the results unveil a tendency for students to stick to naïve physics, and furthermore there is hiatus in the student's mental landscape (Greeno, 1981 in Dolin, 2001) of electricity. Results of a survey and focus group interviews, shows that a group of students in a typical science class at Tørring gymnasium, is adapted to traditional teaching, and to a lesser degree is motivated for creative learning processes. The results indicate that students are motivated by knowledge acquisition and mastering, and they seems to be competition minded, if the learning isn't what they reconcile as efficient. The feedback is supported by a research of situated interests and individual interests (Rotgans and Smith, 2017). This indicates that a more fine-grained scaffolding in stop motion activity could increase interest and thereby the motivation. I have proposed how an experimentalistic approach (Niebert and Gropengisser, 2014), could be useful as an alternative to traditional learning. In the experimentalistic design, input space is developed through small qualitative experiments, that is cueing relevant image schemas connected to the electrical circuit. The student develops conceptual change on the electric circuit by performing hydrodynamic experiments. The water analogy functions as an input space for student's conceptual change, which is blended with preconceptions and is framed by observations and measurements. The construction of mental models is a bootstrapping mechanism, which means that the student at the same time construct schemas for electrical circuits and hydrodynamics. Though my own praxis has thus been the object for thorough adjustments, I have conserved my original teaching concept with the purpose to excavate the student's preconception in an earlier stage of the teaching with the purpose of creating student awareness of their own preconceptions as a starting point for conceptual change. In the original concept the students are free to choose input space for blending. This preactivity is furthermore aimed to map learning demand for the experimentalistic learning. (Niebert and Gropengisser, 2014).

Indholdsfortegnelse

Summary.....	0
Indledning.....	3
Problemformulering	5
Teori.....	6
Undervisningsmaterialer og metoder	13
Resultater	20
Klassen.....	20
Ellære.....	27
Elevernes oplevelse af læring og undervisningsformer	39
Diskussion.....	51
Opsummering	64
Referencer (MLA)	66
Bilag	70
Bilag 1 Oversigt over ellære forløbet.....	71
Bilag 2 Fang - elektricitetens historie 1	72
Bilag 3 Forforståelse - hvad er elektricitet	73
Bilag 4 Projektbeskrivelse - byg din egen sensor.....	78
Bilag 5 Projektskabelon - byg din egen sensor	80
Bilag 6 fokusgruppeinterview 1	82
Bilag 7 fokusgruppeinterview 2.....	91

Indledning

Elever opbygger gennem hverdags erfaringer deres egne mere eller mindre sammenhængende systemer af fysiske begreber, som de bruger som forklaringer på fænomener, de støder på i hverdagen (DiSessa, 1993; Chi, 2008; Podolefsky og Finkelstein, 2007). Elevernes skemaer er ofte så grundlæggende anderledes end det skema, der danner forståelsesramme for den fysik faglige konceptuelle forståelse, at det hæmmer eleverne i konceptuel udvikling (Chi, 2002; Dykstra, 1992). Det er nærliggende at stille spørgsmålet: Hvordan skaber man de rette betingelser for konceptuel udvikling?

Der er ikke en tradition for at inddrage kreative læringsprocesser i fysik (Dolin, 2001). Det betragtes ofte som useriøst at inddrage kreativitet, der let opfattes som en blød værdi, der ikke er målbar: *"Jeg ved først hvad det er, når jeg ser det"* (MacKinnon, 1975). Forskningslitteratur har siden da, fået det beskrevet bedre: kreativitet foregår i to trin, et generativt og et undersøgende/evaluerende. Under den generative fase fremkalder den kreative hjerne nye mentale modeller som mulige løsninger på et problem og i den undersøgende fase evaluerer man de forskellige muligheder og udvælger den bedst egnede (Finke et al., 1992). Kreativitet er derfor ikke blot en målbar størrelse, men udgør desuden kernen i moderne læringsaktiviteter som innovation og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. Aktiviteter, der understøtter kreative mentale processer, er derfor også i sagens natur relevante at udforske. (DeHaan, 2009)

Stopmotion synes at være en kreativ proces. I opstarten af et stopmotion forløb genereres ideer som resultatet af en brainstorming aktivitet. Dette fordrer og udvikler divergent tænkning. Herefter følger en fase med konvergent tænkning, hvor ideerne undersøges/evalueres og den/de ideer, der afføder det bedste fit til empirien, udvælges (Church, 2007).

I mit første år som lærervikar sagde en ældre lærer til mig (som ældre lærere altid har gjort): "Man kan bringe en hest hen til truget, men man kan ikke tvinge den til at drikke vandet". At være i en klasse hvor det er sjovt at være, hvor alle gør alle en indsats og hvor alle hjælper hinanden, er det, der får mig til at stå op om morgenen og gå på arbejde.

"Elever kan motiveres gennem aktiviteter, der involverer deres fantasi. Dette kan blandt andet ske ved leg, computerspil, historiefortælling eller rollespil, hvor det faglige indhold pakkes ind i en fantasisk kontekst". (Dohn, 2011)

Med en erfaring af at kreative processer kan virke motiverende, har jeg forsøgt mig frem med animationslæring, som supplement til de øvrige undervisningsaktiviteter, der findes på hylderne. I opgaven hér ønsker jeg at undersøge, hvad det teoretiske grundlag er for at anvende kreative værktøjer og hvordan min praksis kan nytænkes ved hjælp af teorien.

I specialeprojektet undersøger jeg min egen praksis med brug af stopmotion i undervisningen, herunder hvordan det kan fungere som redskab for konceptuel læring integreret i et længerevarende ellære-forløb. Forløbet startede med formel læring gennem grundbegreber og

forskrifter, som en blanding af tavle undervisning, fællesforsøg, opgaveregning og eksperimentelle aktiviteter i små grupper. Derefter fulgte en stopmotion aktivitet og forløbet blev afsluttet med et anvendelses orienteret projektarbejde, hvor eleverne byggede kredsløb op om sensorer. Forløbet blev afviklet i 2A, der havde fysik på b-niveau i en naturvidenskabelig studieretning. Evaluering af elevernes respons på forløbet forgik via et spørgeskema, som blev fulgt op af fokusgruppe interviews, hvor der blandt andet blev spurgt ind til motivation og oplevet udbytte af stopmotion aktiviteten i forhold til eleverne selvoplevede læringstilgang.

Afgrænsning

Det har ikke været ambitionen i dette speciale at skabe evidens for de ting, jeg har afprøvet, dvs. om multimodale teknikker rettet mod konceptuel læring er en universel sti, der kan betrædes. I stedet undersøger jeg, hvordan min praksis vedrørende animationslæring, kan forankres i og udvikles med udgangspunkt i forskningsfeltet konceptuel læring.

Opgavens struktur?

I teoriafsnittet afsøger jeg mit teoretiske ståsted med afsæt i egen praksis. I metodeafsnittet skitserer jeg undervisningsforløbet og reflekterer over mine didaktiske valg. Derefter følger en fremlæggelse af udvalgte resultater og en tilhørende refleksion med henblik på at udvikle egen praksis fremadrettet. Til slut opsummerer jeg procesforløbet i opgaven.

Problemformulering

Hvordan kan man facilitere konceptuel udvikling i fysik gennem brug af stopmotion, herunder hvordan kan stopmotion være med til at bevidstgøre eleverne om deres forståelser og hvordan de passer med de fysikfaglige modeller.

Teori

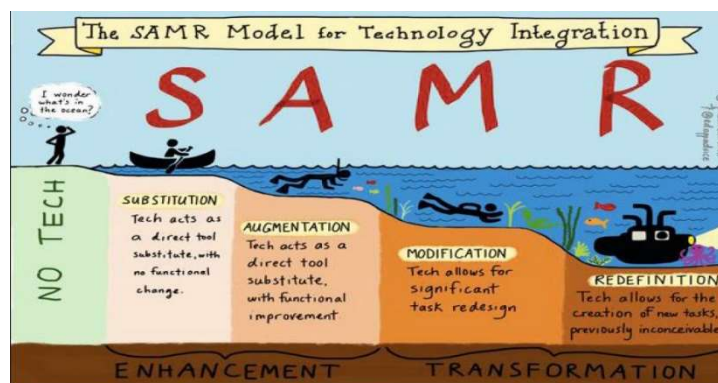
I dette afsnit undersøger jeg, om min praksis med stopmotion har en teoretisk grounding. Jeg viser det ved at redegøre for teorien og diskutere, hvordan mine aktiviteter indpasser sig i forhold til teorien.

Hvad er stopmotion?



Figur 1 Eksempel på stopmotion. <https://youtu.be/hthlnfxpnmE>

Konceptuel udvikling i science fag, er traditionelt baseret på skriftlig og mundtlig formidling af alment accepteret teori. I stopmotion konstrueres en dynamisk konceptuel model, som direkte kan beskues af elever og lærere. Dette synes at svare til dykkeren i SAMR modellen (Puentedura, 2012), der har fået et nyt redskab til at bevæge sig ned i havet og se, hvad der foregår i dybet (Romrell 2014). De kognitive strukturer fremkaldes i konkret stoflighed. Som det fremgår af modellen for digital dannelse (Paulsen, 2013), er det træning i at udtrykke sig, der finder sted i stopmotion. Når man bevæger sig på en akse fra sproglighed over tegning til animation bygges flere og flere sansninger ind i elevproduktet, dvs. stopmotion er en multimodal repræsentation. Tesen er, at stopmotion som en multimodal læringsproces udvikler forestillingsevnen, som er et vigtigt element af modelkompetencen. I videoproduktioner, gør man observationer og dokumenterer arbejdsprocesser, men i stopmotion kan man direkte se/røre ved tankerne i animationsprocessen. Den konceptuelle forståelse materialiseres multimodalt gennem sprog, lyd, billede og handling.



Figur 2 Romrell, 2017

Billedskemaer og embodiment

I det følgende undersøges hvordan stopmotion kan begrundes i kognitiv semantik. Bruun og Frederiksen (2014) har udviklet et undervisningskoncept, hvor billedskemaer integreres med kinæstetiske aktiviteter i fysikundervisning med det formål at facilitere studerendes grundlæggende begrebsdannelse. Jeg finder teorien om billedskemaer tillokkende og meningsfuld, når det bygges ind i kinæstetiske aktiviteter og vil derfor dykke lidt mere ned i det teoretiske grundlag for billedskemaer for at få indsigt i betingelserne for, hvordan det kan udfoldes i undervisningen. Ideen med at bruge metaforer til at facilitere konceptuel forståelse er, at eleven overfører sin forståelse af et velkendt konkret vidensfelt til et mindre kendt eller ukendt vidensfelt (Lakoff, 1993; Bruun & Christiansen, 2014). Ifølge Lakoff er metaforen matematisk set en afbildning af en grundmængde over i en funktionsmængde. Hvis man tager "Kærlighed er en rejse" som eksempel på en metafor, er grundmængden "en rejse" en mental repræsentation af funktionsmængden "kærlighed". Metaforen er mere end bare ord; den leverer rammer for tanker og ræsonnementer til konceptet "kærlighed". Ifølge Lakoff er metaforer opbygget af mentale grundelementer, som han kalder billedskemaer.

Lakoff og Galesse (2005) har forsøgt at finde evidens for billedskemaernes kropslige forankring i det sensomotoriske system i hjernen. De har fundet belæg for, at når en abe ser en handling, forstår den handlingen gennem en simulering af handlingen i det præmotoriske område af hjernen. Forsøgene med aber har vist, at der eksisterer neurale kredsløb på tværs af hjernen, som sammenkæder mange modaliteter (syn, høre, røre, bevægelse) og det foreslås, at en tilsvarende multimodalitet hos mennesker nedarves i sproglig erkendelse. Der er flere tegn på, at vi opfatter/forstår en handling ved at simulere den i vort sensomotoriske område af hjernen. Lakoff og Galesse udvider resultaterne til en teori om stærk embodiment. Hypotesen er, at vi også opfatter og forstår begrebet "at begribe" ved at simulere handlingen "at gribe et objekt". Begrebsdannelse er med andre ord indlejret i det sensomotoriske område af hjernen og aktiverer det sensomotoriske system, når vi opfatter/forstår et begreb og forestiller os betydningen af et begreb. Ideen om at man har et særligt område i hjernen for begrebsdannelse og tænkning, er ifølge forfatterne overflødig, for det skal alligevel oversættes til et handlingsprogram i det sensomotoriske område. Kognition er i sin natur en multimodal forlængelse af det sensomotoriske system, som nedarves i sproget. Selv om der ikke er evidens for, at kropsforankrede billedskemaer kan give en entydig forklaring af højere ordens abstraktion, er der grobund for at billedskemaer har en forbindelse til det sensomotoriske system og som sådan indgår i opbygning af konceptuelle metaforer (Meteyard et al 2012). Ifølge Lakoff og Galesse er billedskemaer, i sig selv en neural dekontekstualisering af konkrete simuleringer i hjernen (Lakoff 2005, s 18). I den forstand giver det mening gennem animationsværktøjer, at arbejde målrettet og detaljeret med at kontekstualisere den generelle model gennem fotografiske- eller andre sanserepræsentationer og omvendt at dekontekstualisere sanserepræsentationer tilbage til metaforiske repræsentationer og symbolske repræsentationer i generelle modeller. Ifølge teorien om kropsbaserede billedskemaer behøver man netop ikke udføre handlinger for at forstå dem. Man kan aktivere simuleringer multimodalt bevidst og ubevidst ved at se, gøre, høre eller røre. Når man optager en person, der ser et billede af et smilende ansigt afsløres det f.eks., at observatøren selv smiler i en brøkdelt af et sekund. Teorien modsiger altså på ingen måde

anvendelse af stopmotion som et didaktisk virkemiddel. Stopmotion kan ses som et kreativt Legoagtigt værktøj, hvor billedskemaer, som mere eller mindre tavs viden, bliver indlejret i konceptuelle metaforer. Legoklodserne, der hentes frem i bevidstheden, sættes sammen i mentale konstruktioner på forskellige måder og evalueres i forhold til deres forklaringsværdi i forhold til empirien.

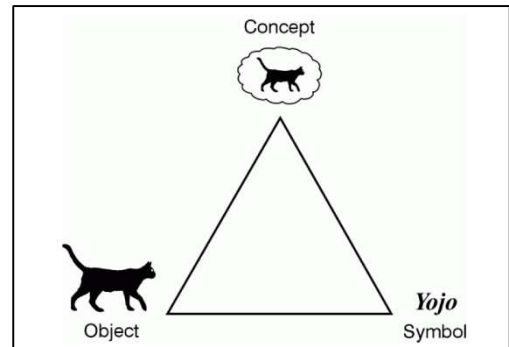
Den kognitive semantik, i feltet mellem objektivisme og subjektivisme

"Inden for socialkonstruktivismen har man hævdet, at sproget ikke blot former den sociale realitet, mennesket lever i, men også det enkelte individ - at mennesket i bund og grund er et socialt væsen i kraft af det sprog, det taler. I modsætning hertil har man i handlingsteori, kognitiv semantik og kognitionsvidenskaberne generelt fremført det synspunkt, at en stor del af den menneskelige identitet er forankret i præsproglig perception og handlen, og at det sociale må forklares herudfra". (Togeby, 2015)".

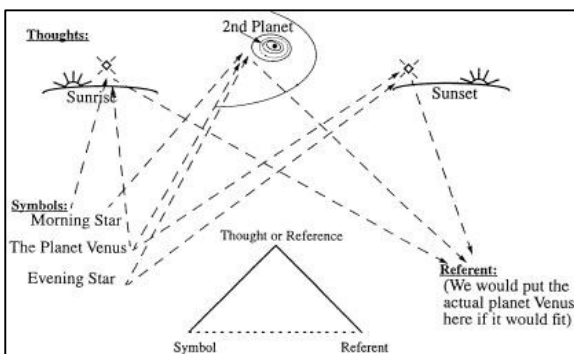
Den yderste konsekvens af teorien om billedskemaer og deres embodiment er altså, at det sensomotoriske system definerer og begrænser vores muligheder for at begribe den fysiske virkeligheds indhold og dynamik. "Lys som stråler" giver en forståelsesramme, "lys som partikler" giver en anden. En af de ting, der binder mennesker sammen, er et naturligt behov for at skabe mening i tilværelsen og mening med tilværelsen, i overensstemmelse med Husserls intentionalitets begreb (Zahavi, 2011). Der er derfor ikke noget erkendelsesteoretisk dilemma i at bruge den kognitive semantik, som f.eks. knowledge in pieces (DiSessa, 1993; DiSessa, 2018) som redskab til internalisering af sammenhængene forklaringsmodeller. I denne optik, udspringer videns brikkerne i den kognitive semantik (hvad enten det er P-prims eller Billedskemaer) af en sanselig interaktion med omverden, der danner et objektivt betingelsesgrundlag for abstraktionen (Aposteriorisk objektivisme). Videns brikkerne undergår en metamorfose af indbildningskraften eller forestillingsevnen. Naturvidenskaben indfører "checks and balances" i form af krav om akkurathed, konsistens og enkelhed, som skaber en god tilnærmelse til det faste grundfjeld, som objektiviteten trods alt udgør (Sønderup og Pahuus, 2008 s 58-59). Gennem den konkrete modelkonstruktion i stopmotion er det meget nærliggende for eleverne at reflektere over, at en model er en menneskeskabt konstruktion og at kravet til konstruktionen er, at den ikke må være i modstrid med uafhængige observationer (Popper 1973). Man kan således få en relevant diskussion i klassen af, om modeller er autopoietiske og selvreferentielle sociale systemer (Luhmann, 2007) eller om modellerne er et sandt udtryk for den omgivende virkelighed. Diskussionen vil appellere til en bredere gruppe elever end dem, der har interessere for naturvidenskab.

Pierce semiotiske trekant

Den semiotiske trekant har mange år på bagen. Aristoteles skelnede mellem objekter, ordene som referer til dem og den tilhørende oplevelse i den såkaldte Psychê. Pierce og Frege adopterede triaden og brugte den som det semantisk fundament for deres semiotik. Frege illustrerede sin semiotik (læren om tegn) med symbolet morgenstjerne og aftenstjerne. Begge symboler refererer til det samme objekt planeten Venus, men deres koncepter er meget forskellige. Det første symbol opfattes som en stjerne set om morgenen og det andet som en stjerne set om aftenen. Man kan folde det lidt mere ud ved at bruge



Figur 3 Ogden and Richards 1923.



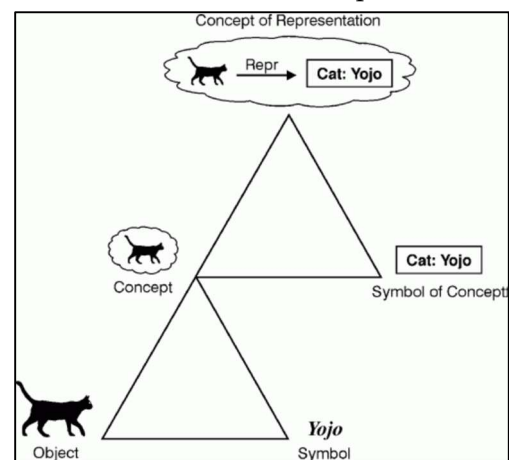
Figur 4 Campbell 1998

Pierce's Triadiske definition af et tegn. Et tegn står for noget i nogen i en vis henseende. Det står for noget i objektet, ikke i alle aspekter, men med reference til en eller anden slags ide, som Sowa kalder tegnets grounding (Sowa 2000). Symbolerne morgenstjerne og aftenstjerne er distinkte repræsentationer, der fører til forskellig konceptuel forståelse på trods af, at de referer til det sammen objekt. Repræsentationerne har forskellig grounding, som afhænger af observationstidspunkt.

Pierce opererer med tre typer repræsentationer (Krampen et al, 1987)

1. Et ikon, der repræsenterer sit objekt igennem lighed, f.eks. et sansebillede.
2. Et indeks, der repræsenterer sit objekt gennem en relation, f.eks. røde pletter på kroppen, der viser hen til sygdommen røde hunde eller røgen, der viser hen til en brand, dvs. repræsentationer, der peger på eksistensen af noget andet end sig selv.
3. Et symbol, der repræsenterer sit objekt alene igennem en social konvention, som man er nødt til at kende for at for at afkode repræsentationen. Et ord kan være repræsenteret som bogstaver eller en sproglyd.

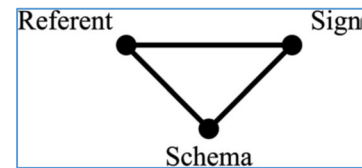
Pointen med ovennævnte er at antyde at stopmotion grundlæggende er proces, hvor eleverne er aktører i tilblivelse af semiotiske tegn. Hvis jeg som lærer forklarer et begreb, vil elevernes perception afhænge af deres indre skema (Beck, 2017), viden, baggrundsinformationer, mål og forventninger og dermed være forskellige. Gennem den kreative proces, der blev nævnt i indledningen, kan en gruppe elever vælger at konstruere en ikonisk repræsentation, der viser Venus position om morgenen og gå videre med at udvikle den symbolske repræsentation morgenstjernen i



Figur 5 Ogden and Richards 1923.

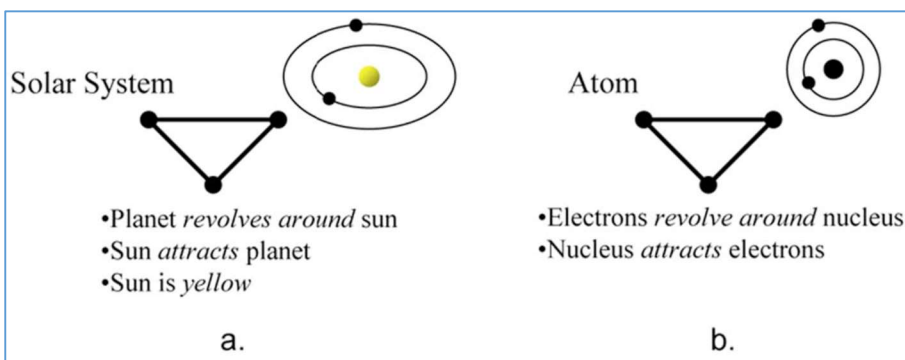
et næste led af en semiotiske kæde. Stopmotion aktiviteten tilvejebringer på den måde eleverne, en konceptuel forståelse, et fælles sprog med samme grounding.

(Gentner & Gentner, 1983) og (Podolefsky og Finkelstein, 2007) undersøger, hvordan analogier virker som instrument for læring. Gentner definerer en analogi som en afbildning af et semiotisk tegn fra et base domæne til et target domæne. En analogi er en relationel sammenligning. Lettere omskrevet bruger Gartner eksemplet: "jeg er ikke mere i stand til at definere poesi, end en Dansk/Svensk gårdhund er til at definere en rotte. Det er ikke meningen at foretage en metaforisk sammenligning, altså at sige at digteren er som en Dansk/Svensk gårdhund og endnu mindre at sammenligne poesien med end rotte. Formålet med analogien er at sige, at relationen mellem en dansk/svensk gårdhund og en rotte er som relationen mellem digteren og poesien. I Gentners terminologi, som jeg gør brug af i det følgende, er attributter f.eks. en farve og relationer er f.eks. "kredser omkring" et objekt. Desuden gør jeg i det følgende brug af Podolefskis terminologi vedrørende den semiotiske trekant, idet referent er synonymt med objekt, sign erstatter symbol og Schema er det samme som koncept. Bemærk også at trekantsstrukturen er vendt på hovedet.



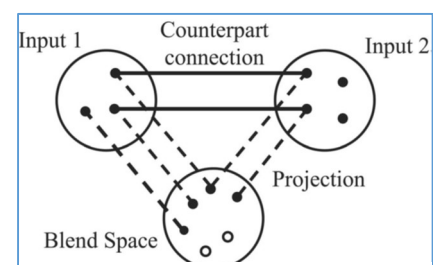
Figur 6 Podolefsky og Finkelstein 2007

Rutherford's planet model er et kendt eksempel på en analogi. Solsystemet er det såkaldte basis domæne og atomet er "target" domæne. Solen svarer til atomkernen og planeterne svarer til elektronen og relationen: Planeterne kredser om solen afbildes over relationen: Elektronerne kredser om kernen. Afbildningen er ikke en til en, idet Solens attributter, gul og varm, ikke beskriver egenskaber ved atomkernen, der i stedet tildeles attributterne, lille og positivt ladet.



Figur 7 Podolefsky og Finkelstein, 2007

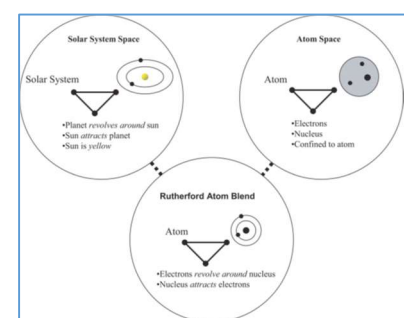
Gentner & Gentners resultater indikerer, at de afbildninger, der vælges, er højere ordens reflektioner - "sol" er mere massiv end "planet" og det er årsagen til, at "planet" kredser om "sol", da "årsagen til" er en højere ordens reflektion overføres "lette legemer kredser om tunge legemer" til target, mens attributten gul, der ikke er en højere ordens reflektion, ikke følger med over



Figur 8 Podolefsky og Finkelstein, 2007

i target. I læringssituationen lykkes analogiseringen kun, hvis eleven forstår konceptet centralkraft. Dette kaldes Bootstrapping problemet (på dansk: "at hive sig selv op ved håret"): hvordan kan man overføre en abstrakt basisstruktur til det, man skal lære, hvis man ikke er på forhånd, er fortrolig med det abstrakte basis domæne. Elevers viden er som regel opbygget af ustabile fragmenter i stedet for at være sammenhængende og konsistent (Bundsgaard 2010). Her kan kinæstetiske øvelser være et redskab til læring om og sammenstykning af billedskemaer til mentale modeller, for dermed at klæde eleverne på til læring gennem analogier (Bruun og Frederiksen, 2014). Podolefsky & Finkelstein (2007) foreslår, at basis tegn kan indlæres, mens man overfører basis strukturen til target gennem at bruge elevernes naive og ufuldstændige afbildninger konstruktivt i stedet for at afvise dem. Podolefsky og Finkelstein (2007) undersøger hvordan analogier kan understøtte hinanden i læringen og indfører begrebet "conceptual blending": Eleverne bliver bedt om at formulere et nyt atom tegn ud fra solsystemet og deres gamle tegn for atomet, et såkaldt blendet Space. Værdien af metoden, der kaldes "analogisk stilladsering" forøges, når læreren i en iterativ proces videregiver en bred vifte af analogier og repræsentationer af analogier, da den måde en analogi repræsenteres på, som nævnt, har stor indflydelse på elevers ræsonnement omkring emnet. Podolefsky analyserer, hvordan det anvendte input Space kan trække bestemte objekter, relationer eller attributter og på den måde styre hvilke mentale strukturer, som den analoge stilladsering producerer. De er fortalere for, at der bruges enkle og selvforklarende repræsentationer ("Ikoner" ... "what you see is what you get").

Hvornår skal man guide elever med givne repræsentationer og hvornår skal de selv udarbejde repræsentationer? Resultater viser, at lærerstyret undervisning i analogier forringer læringspotentialer i analogier, på grund af forkert eller manglende brug af de tilbudte analogier (Gentner and Gentner, 1983). Det er mest produktivt, at lade elever generere egne analogier. Stopmotion kan her fungere som en interesserisikabende aktivitet, der bevidstgør og udvikler "naiv fysik" (Disessa, 1993) og fokusere elevernes opmærksomhed på, hvordan Pierce's semiotik kan fungere som et redskab til stilladsering af konceptuel forståelse gennem internalisering af forståelsesrammen semiotisk trekant med begrebsapparatet "referent", "schema" og "repræsentation". Det er lærerens opgave, at styre den konceptuelle læringsproces så eleverne får udviklet de naturvidenskabelige koncepter, som de måles på i eksamen situationen. Læren kan f.eks. forlænge stopmotion aktiviteten med en skrive/tegne øvelse, hvor "naive tegn" blendes med "naturvidenskabelige tegn". Hvis eleverne f.eks. har arbejdet med atomet opbygning i en stopmotion, kan man lade dem oversætte deres stopmotion til en tegning af atomet som semiotisk trekant. Lærerne udvider derefter opgaven for eleverne ved at lægge et andet tegn, f.eks. solsystemet ved siden af deres, i konceptuel forstand, løse atom tegn og lade dem blande analogierne til et nyt og mere komplekst atomtegn.



Figur 9 Podolefsky og Finkelstein, 2007

Når jeg tidligere nævnte Aristoteles, Pierce, Gartner & Gartner og Podolefsky & Finkelstein i forlængelse af hinanden, rejser det naturligt spørgsmålet, om den naturvidenskabelige udvikling er en evolutionær proces, som Pierce ser den (Yu, 1994) eller om udviklingen foregår i spring, i

såkaldte paradigmeskift (Kuhn, 1962). Jeg kan sagtens se en forening af disse to grundholdninger for mig. I den biologiske evolution er der lange perioder, hvor livet udfolder sig under et specifikt paradigme, tag f.eks. stromatolitterne i prækambrium, Dinosaurerne i kridttiden, pattedyrene i tertiæret osv. De gamle paradigmer lever i mange tilfælde videre som nicher f.eks. fugle som reminiscens fra dinosaurenes paradigme. Den biologiske evolution tilpasser sig blot ændringer i livsbetingelserne, blandt andet i de naturgivne forhold. I naturvidenskabens evolution er der også lange perioder, hvor tankerne udfolder sig under et bestemt paradigme, tag f.eks. den klassiske mekanik, der var en tilpasning til den materielle revolution og tidlige industrielle revolution eller kvantemekanikken, der var en tilpasning til den senindustrielle revolution. Mange af de gamle paradigmer lever videre som nicher. F.eks. den klassiske mekanik, der stadig anvendes på den mesoskopiske skala, der er afgrænset af den menneskelige sansning. Den naturvidenskabelige evolution tilpasser sig også ændringer i grundbetingelserne, blandt andet de kulturgivne forhold. De naturvidenskabelige paradigmer er i mange tilfælde ikke modstridende, de har blot forskellig grounding.

Undervisningsmaterialer og metoder

Jeg bruger stopmotion som en måde at udvikle en forståelse for konceptuel blanding. Jeg prøver at filtrere min egen praksis gennem eget analyseapparat. Som et eksempel belyser jeg et ellære forløb, der blev afviklet i foråret 2019 (Oversigt over forløbet findes i bilag). Ellære forløbet fungerer på den måde som et input space for min egen kognitive udvikling, der i de efterfølgende afsnit blændes med teori og resultater.

Min fysik undervisning afspejler den praksis, der er udviklet i gymnasieskolen og som er beskrevet i lærerplaner og bekendtgørelse. Formålet med dette afsnit er at beskrive min praksis som et blend af læringsmålene i fysik (Dolin 2001) og mine egne forestillinger om god undervisning. Fysik i gymnasiet lægger vægt på at være et eksperimentelt fag, hvor man f.eks. laver kontrollerede kvantitative forsøg, data bruges som input i matematiske analyse modeller og forskrifter med det formål at eftervise en sammenhæng eller kvantificere et fysisk fænomen. Forståelsen af hvad det eksperimentelle arbejde går ud på er betinget af, at man forstår nogle underliggende koncepter. Man kan ret let beregne resistansen som en proportionalitetskonstant, når man plotter spænding som funktion af strømstyrke, men hvad er det egentligt, man måler og bestemmer og hvad fortæller det om, hvad der foregår inde i resistoren? Jeg har ofte stået i den situation, hvor jeg spørger eleverne, hvad de undersøger. Eleverne forklarer at de har målt "ampæren" og "volten", uden rigtigt at vide, hvad det så er. Når jeg efterfølgende spørger ind til den graf, de har lavet i computerprogrammet Maple, kan de ikke oversætte den matematiske analyse til en fysisk sammenhæng og de når slet ikke i nærhed af at reflektere over forskellen på definitionen af begrebet modstand og Ohms 1. lov. Der findes et væld af undersøgelser, der viser hvilke fasttømrede elevfejlopfattelser, som forhindrer eleverne i at forstå ellærens grundbegreber. (Driver et al, 1994; Dolin, 2001; Singh, 2010). Kreative processer er med gode resultater anvendt til konceptuel udvikling i ellæren (Braund, 1999). Elever mimer, danser iført kostumer og med rekvisitter, hvorfor det er en god forretning at bruge en lavenergipære. I en simpel klasserums aktivitet, hvor gulvet omdannes til et elektrisk kredsløb lader Singh (2010) eleverne være elektroner, der bevæger sig rundt i serie og parallelforbindelser. Eleverne får derigennem en kropslig oplevelse af, at de elektriske grundkoncepter samt at det elektriske kredsløb ikke er sekventielt (driver et al, 1994). Det anbefales, at kreative processer, der blander de intellektuelle udfordringer med sjove og ufarlige aktiviteter, i højere grad inddrages i fysikundervisningen (Dolin, 2001).

Fysik bliver først rigtig anvendelig når man besidder de matematiske færdigheder der gør faget til et fremragende redskab til kvantitative forudsigelser – en evne som muligvis ikke findes tilsvarende i noget andet fag. Men hvor matematikken i høj grad giver fysikken sin store anvendelighed, mener jeg billederne er afgørende for forståelsen. For mig at se er der ikke noget enten-eller mellem matematisk formalisme og visuelle fremstillinger det er to sider af samme fag! (Sebastian Horst, 1999)

For at adressere dette afviklede jeg et traditionelt ellære forløb, hvor der var indlejret en stopmotion aktivitet. Indholdet af forløbet er vist skematisk nedenfor, og aktiviteterne er nærmere

beskrevet i resten af afsnittet. Min praksis er lidt firkantet bygget op, som Bruners tidlige opfattelse af læring foreskriver (Bruner, 1999). Han identificerede tre repræsentationsformer, som han mente var dækkende for alle menneskelige måder at forstå verden på (Dolin 2001)

Den hævedede, på en lidt overforenklet måde, at der er tre måder, på hvilke mennesker repræsenterer verden, eller bedre, tre måder at opfange de invarianser i erfaringer og handlinger på, som vi kalder "virkeligheden". Den ene er udøvelse, den anden billeddannelse og den tredje er konstruktionen af tegnsystemer.
(Bruner 1999)

Bruner så således den kognitive udvikling som evnen til at kunne konstruere mere og mere sofistikerede repræsentationer. Hvis jeg havde været konsekvent i forholdt til Bruners (1999), skulle jeg have byttet om på rækkefølgen, idet der i kernestoffet foregår "konstruktion af tegnsystemer", mens billeddannelsen foregår i den efterfølgende stopmotion aktivitet. Rækkefølgen i ellære forløbet var derfor ikke helt gennemtænkt, idet jeg vil lære eleverne det, de skal lære, inden de lærer det.

Fang - elektricitets tidligste historie

Filmen, der er en elementært spændende historie, gav eleverne indblik i vejen til viden i elektricitets tidligste barndom. Forløbet havde til formål at skabe forståelse for, at spektakulære forsøg historisk har åbnet op for erkendelsesprocessen og at forståelse for at erkendelse foregår som en løbende tilpasning til eksperimentelle opdagelser og er en distribueret proces, altså at sprog og kognition, må forstås i den kontekst, de udspiller sig i (Hutchins, 1995). I resten af forløbet gjorde jeg en dyd ud af, som en af filmens pointer, at have en eksperimentel tilgang til erkendelsen af fysik.

Forforståelse - hvad er elektricitet

Undersøgelser fra en række vestlige lande af, hvilke kognitive modeller børn gør brug af for at forklare, hvad der sker i et simpelt jævnstrømskredsløb, tyder på, at der findes 4 konceptuelle opfattelser af strøm blandt elever (Driver et al 2005)

- A. Unipolær model: Strømmen bevæger sig kun i en ledning, den anden ledning er en sikkerheds ledning. Her kan man forestille sig, at elektroners bevægelse er blevet blendet med elevernes observation, at kun fasen i elnettet er strømførende, mens nulledningen normalt ikke er.

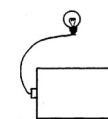


Figure 15.2 The unipolar model (A)

- B. Sammenstøds modellen: Pæren lyser når strømmene fra de to ledninger mødes. Dette kan måske udspringe af iagttagelser af, at det slår gnister, når man kortslutter to ledninger i et kredsløb.

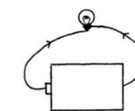


Figure 15.3 The clashing currents model (B)

- C. Strømmen forbruges i pæren: pæren tømmer ledningen for strøm. Som et billede af smørrebrødet, der forsvinder fra fadet, når det går bordet rundt.

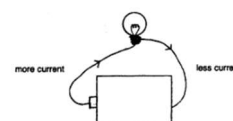


Figure 15.4 The current consumed model (C)

Strømmen er bevaret: Som et billede af blodet i kroppen, der ikke forsvinder i kroppens organer, men transporter noget rundt som gør nytte på vejen.

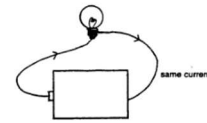


Figure 15.3 The scientists' model with current conserved (D)

Figur 10 Driver et al., 2005

Med det i baghovedet var det tanken, at åbningen af ellæreforløbet skulle afdække elevernes forhåndsopfattelser af strømbegrebet. Jeg anså det for nyttigt, idet undersøgelser har vist, at elevers hverdags erfaringer er dybt rodfæstede, ydermere er de valgte analogier styrende for, som nævnt i teorien, hvilken betydning eleverne tildeler spænding og modstand og hvad et kredsløb egentligt er for noget. Elevernes konceptuelle forståelse af strøm er sædvanligvis sekventielle, dvs. hvis strømme møder modstand, har det kun betydning nedstrøms for modstanden. Ideen om det sekventielle kredsløb implicerer, at spænding opfattes som en egenskab ved strømmen snarere end som en betingelse for, at strømmen flyder (strømstyrken og spænding opfattes som proportionale størrelser), hvilket jo også understøttes af eksperimenter med Ohms lov. Baggrunden for mit ønske om at finde ud af, om eleverne opfatter elektricitet sådan som litteraturen beskriver, var ikke, at jeg så forforståelsen som en forhindring for læring, men mere som et udgangspunkt for at guide eleverne i hvordan man udvikler en naturvidenskabelig tankegang og forståelse (Niebert og Gropengisser, 2014). Jeg havde en forventning om, at når eleverne gjorde deres egen erfaringer, ville det afføde interesse og nysgerrighed for emnet elektricitet og dermed også ville fungere som et fang.

Kernestof - Introduktion til ellære

Jeg lagde som nævnt vægt på udvikling af eksperimentelle kompetencer, som udgangspunkt for at kunne mestre deskriptive, symbolsk/matematiske og begrebsmæssige repræsentationsformer (Roth i Dolin, 2001).

Eleverne skal "kunne gennemføre nogle målinger på konkrete genstande hvilket stiller krav om praktiske evner og brug af måleinstrumenter. De skal kende enhederne og have fornemmelse for størrelsesforhold. De skal kunne systematisere deres måleresultater og kunne tegne grafer og kurver ud fra dem. De skal kunne opstille de ligninger som graferne er en afbildning af". (Dolin 2001).

Jeg forlængede det eksperimentelle arbejde med simulationer, for at åbne elevernes øjne for at de empiriske sammenhænge, kan pege hen mod en konceptuel forståelse. I Roth's terminologi svarer det til en begrebsmæssig repræsentation, altså at bruge de generaliseringer, som fysikere gennem generationer har arbejdet sig frem til, som nyttige beskrivelser og forklaringer på sammenhænge og fysiske fænomener (Dolin 2001). Derudover var det hensigten at give eleverne formel forståelse for begreber og sammenhæng mellem begreber: Det gjorde jeg blandt andet af pragmatiske grunde, idet det i virkeligheden er den form for undervisning, eleverne efterspørger. I forlængelse heraf lavede eleverne opgaveløsning, hvor eleverne blev trænet at huske begreber og den indre sammenhæng mellem begreber, blandt andet også for at imødekomme læreplanens krav og ikke mindst at gøre eleverne klar til skriftlig eksamen. Opgaveløsning kritiseres for at være transmissionsdidaktik, en forestilling om at læring sker ved simpel overførsel af viden til hjernen, dvs. at læring kan foregå uden at hensyn til eleven som et psykisk system. Dette syn er i modsætning til det systemteoretisk funderede kommunikationsbegreb, der adskiller sig fra

tidligere transfermodeller ved at definere en kommunikationsenhed som en syntese af tre selektioner, hvor de to første selektioner, valg af information og meddelelsesform, foretages af meddeler (her fx læreren), mens den tredje selektion, valg af forståelse, foretages af adressat, altså eleven (Mathiassen, 2016). Man kan altså ikke understøtte læring uden at tage hensyn til eleven som et psykisk system i en social og kulturel kontekst (Bruner, 1999). Her skal retfærdigvis siges, at rammerne for opgaveløsning i fysikfaget i 2020 i nogen grad faciliterer konceptuel udvikling, idet eleven lærer at afbilde en autentisk problemstilling over i et fysikproblem og som en del af løsningen af opgaven, skal der være en forbindende tekst fra start til slut, der er en klar præsentation af den begrebsmæssige repræsentation, der underlejrer metoden, der anvendes i opgaveløsningen (Grøn, 2007). Ud fra disse præmisser har jeg anvendt denne hybrid mellem opgave- og problemløsning. En del af naturvidenskabens styrke ligger i, at det er udviklet i et fællessprog med entydige ord og med entydig indre logik. Opgaveregning forstår jeg som en træning i at mestre syntaks, forstået som et sprogs regler og indre logik. Matematik synes at være naturvidenskabens syntaks, som leverer sammenhængskraft til de mentale modeller.

Stopmotion - hvad er en watt.

Stopmotion var tænkt som redskab til konceptuel udvikling, som en opsamling/overbygning på undervisning i kernestoffet.

"De skal kunne danne sig billeder af nye problemer og anvende fagområdets begreber på dem. Dette kræver ofte, at de har dannet sig en analogi eller et billede af de vigtigste begreber, fænomener og sammenhænge". (Dolin 2001)

I optakten instruerede jeg eleverne om de fire trin i forløbet ved hjælp af instruktion lavet i Office programmet **PowerPoint-mix**.

Trin 1 Storyboardet

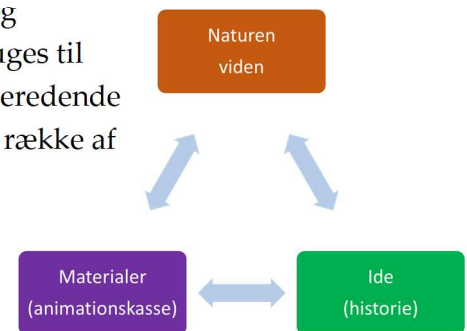
Ideen:		
Tegning af scene	Materialer, kameravinkel, lydspor, bevægelse.	Ideer, kommentarer og tekst

Jeg tog udgangspunkt i en fænomenologisk repræsentation, en beskrivelse af det fænomen eller den begivenhed man analyserer. Hvad sker der? Hvad kan vi observere direkte? (Roth i Dolin 2001):

Dette forlænger eleverne over i en billedlig repræsentation af det elektriske kredsløb: De udvikler egne mentale billeder af fænomenet eller begivenheden. De forestiller sig, hvad strøm er, hvordan et batteri fungerer. Eleverne ser måske en pumpe for sig eller måske en person som sparker elektronbolde op ad en trappe (Dolin 2001).

Eleverne kunne vælge en af 3 problemstillinger. Argumentet var at "når eleverne selv vælger problemstilling bliver undervisningen differentieret. I stedet for, at alle elever lavede det samme, var nogle i laboratoriet andre var i animationsværkstedet, og atter andre sad i fællesområdet. Elevstyret undervisning, der giver elever nogle reelle frie valg, er måske den vigtigste (lærerafhængige) motivationsvariabel (Dohn, 2014)

I forberedelsesfasen skal eleverne have styr på det stof, de vil formidle, få en ide til en historie/analogi, der fanger essensen i den valgte problemstilling og udvælge materialer i den udleverede animationskasse, der kan bruges til det, som animationen skal formidle. Eleverne får styr på disse forberedende elementer ved at lave storyboard, en drejebog, der indeholder den række af sammenhængende konkrete scener, som udgør fortællingen. I forberedelsesfasen gik jeg rundt og lyttede og stillede spørgsmål, der kunne vise dem vejen til næste trin i arbejdsprocessen.



Figur 11

Trin 2 Animationsværkstedet

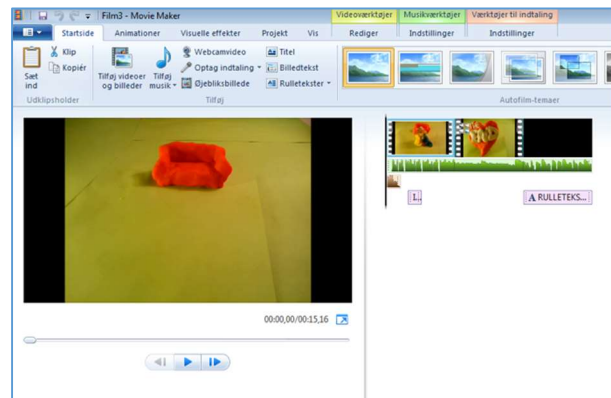
I udførelsesfasen producerede eleverne råfilmen til deres animation ved hjælp af de udvalgte materialer fra animationskasse, det kunne f.eks. være farvet papir, fimoler, farveblyanter, ståltråd, LEGO, tape, snor, lim, piberensere mv. Jeg udleverede desuden tablets med en stopmotion applikation, spots og stativer. Eleverne fik som regel selv styr på teknikken undervejs, mens de udviklede og forfinede forklaringsmodellerne.



Figur 12

Trin 3 Klipperummet

I redigeringsfasen, som var tredje og sidste trin i selve animationen-processen, redigerede eleverne råfilmen. I denne fase klippedes filmen og der blev lagt lyd og tekster ind over stopmotion filmen. Her gav jeg tips og tricks til redigering samt anvisning af, hvordan man gemmer projekt-, billed- og lydfiler, afhængigt af, hvor selvkørende eleverne er. Endelig blev eleverne instrueret i hvordan og hvor filmen gemmes.



Figur 13

Trin 4 Præsentation og evaluering af animationer

Grupperne præsenterede stopmotions for hinanden og vi evaluerede i fællesskab. Vi bedømte de enkelte stopmotions på, om de kunne forklare målingerne, om det, de forklarede, var selvmodsigende eller om det hang logisk sammen. Vi vurderede det æstetiske og vi diskuterede, hvad eleverne kunne have gjort anderledes.

Intentionerne med stopmotion

Mit læringsmål for opgaven er indrammet af lærerplanen for fysik B

"Eleverne skal kende og kunne opstille og anvende modeller til en kvalitativ eller kvantitativ forklaring af fysiske fænomener og sammenhænge"

I den tilhørende lærerplan uddybes dette:

Fysik er et middel til at forstå verden gennem begreber og modeller. Fysikkens grundlæggende lovmæssigheder bringes i undervisningen i spil gennem anvendelsen af modeller, der kan beskrive, tolke og forklare fysiske fænomener og processer. Med udgangspunkt i en kvantitativ model bør eleverne kunne give en kvalitativ beskrivelse af det betragtede fænomen.

Stopmotion blev anvendt til at udvikle mentale modeller for faktuelle sammenhænge på baggrund af analogier. En faktuel sammenhæng kunne f.eks. være: "Hvorfor er det billigere at bruge LED end en glødepære som lyskilde?". Jeg introducerede dem helt kort for begrebsapparatet i analogical scaffolding, men gav dem i øvrigt frit spillerum til at anvende de analogier, som gav bedst mening for eleverne. Udvikling af naturvidenskabelige fortællinger om de faktuelle sammenhænge inddrager hele det psykiske system, idet tankerne fødes og bæres af det affektive, der igen virker som løftestang for konation i det psykiske system (Kjærgård et al 2014). Jeg hører tit elever siger noget i retning af "Når det er sjovt og spændende, bliver jeg mere motiveret til at lære noget".

Elevernes konstruktion af mentale modeller ved hjælp af IT værktøjer var som nævnt tænkt som et redskab til konceptuel udvikling, forstået som ændring og tilpasning af elevens begrebsramme til den naturvidenskabelige diskurs (Jonassen 2005). Tesen var, at udvikling af den naturvidenskabelige begrebsramme, kan ske samtidigt med udvikling af en kreativ selvvalgt fortælling, på sammen måde som input analogier læres samtidigt med at de afbildes i "target space" i analogisk stilladsering (Podolefsky, 2007). For at stilladsere konceptuel udvikling var der som nævnt indbygget et krav om, at eleverne forholdt sig til de eksperimentelle data i forklaringsmodellen efter devisen:

In the movie-making program, we try to take this a step further. We can use the movie environment to encourage students to build a simulation of their experiment and test their model against experimental data. As in engineering, this process relies upon strong fundamental math and science knowledge. (William 2007)

Projektarbejde - Sensorer

Ellæreforløbet blev afsluttet med et projekt, hvis form og indhold var bestemt af rammerne i bekendtgørelsen for Fysik B, hvor der skal "tilrettelægges mindst ét længerevarende forløb, hvor eleverne i mindre grupper arbejder med en selvvalgt, eksperimentel problemstilling." (læreplan Fysik B – STX, august 2017). I vejledningen foreslås at netop "det obligatoriske arbejde "med sensorer kan, hvis man ønsker det, fx indgå en større helhed i et innovativt eller længerevarende eksperimentelt projekt om fx sensorer og styring". (vejledning til læreplan Fysik B – STX, august 2017).



Figur 14

Det var derfor ret oplagt at slutte el-læreforløbet af med et projektarbejde. Det passede også fint med min tidligere praksis vedrørende anvendelsesorienteret undervisning på HF (reference).

I projektet udvikler I et produkt, som andre kan have glæde af og som kan bruges i hverdagen. Produktet kan være med til at gøre dit personlige forbrug mere bæredygtigt eller være med til at dit daglige energiforbrug formindskes eller produceres mere bæredygtigt? Som en del af projektarbejdet udfører I målinger og test af jeres sensorer og elektriske komponenter og udfører evt. andre målinger, der er relevante forhold til udviklingen af jeres produkt. Et produkt kan f.eks. være en alarm, der aktiveres, når der sker et eller andet eller et lys, der tændes, når det er hensigtsmæssigt. Det kan være en forbedring af et eksisterende produkt eller en helt ny opfindelse (uddrag fra projektbeskrivelse).

Resultater

Spørgeskema og fokusgruppe interviews.

Elever har besvaret et anonymt spørgeskema med i alt 60 spørgsmål. Det blev uddelt i klassen og alle elever, der var til stede, skulle besvare. Spørgeskemaet blev uddelt efter, at ellære forløbet var afviklet. I første del, som behandles i afsnittet **klassen** spørges der ind til elevernes baggrund og hvordan eleverne oplever livet på TG. Første del er oprindeligt udarbejdet af forskerne Steen Beck og Michael Paulsen fra Syddansk Universitet og tilpasset til Tørring Gymnasium (Beck og Paulsen 2011). Spørgeskemaet samt besvarelser findes i bilag. I anden del, som behandles i afsnittet **Elevernes oplevelse af læring og undervisningsformer**, spørges der ind til elevernes faglige udbytte af undervisningen i ellære, samt hvordan eleverne har oplevet de forskellige undervisningsaktiviteter undervejs. Eleverne har uddybet svarene i spørgeskemaet i to fokusgruppe interviews.

Klassen

Elevernes baggrund

Alle 25 elever er startet direkte fra grundskolen, 15 efter 9 klasse og 10 efter 10 klasse. Flertallet (16 elever) har været på efterskole. Mindst en af alle elevers forældre i 2a har gået i gymnasiet, så gymnasieverdenen har formentlig ikke været fremmed for eleverne i den forstand. Dette kan være medvirkende forklaring på at størstedelen af eleverne oplever, at de får tilstrækkelig støtte til lektier fra familie, venner, klassekammerater etc. Derudover oplever næsten alle eleverne (23), at de arbejder godt sammen og støtter hinanden fagligt og i lidt mindre grad (21), at de også har det godt sammen socialt.

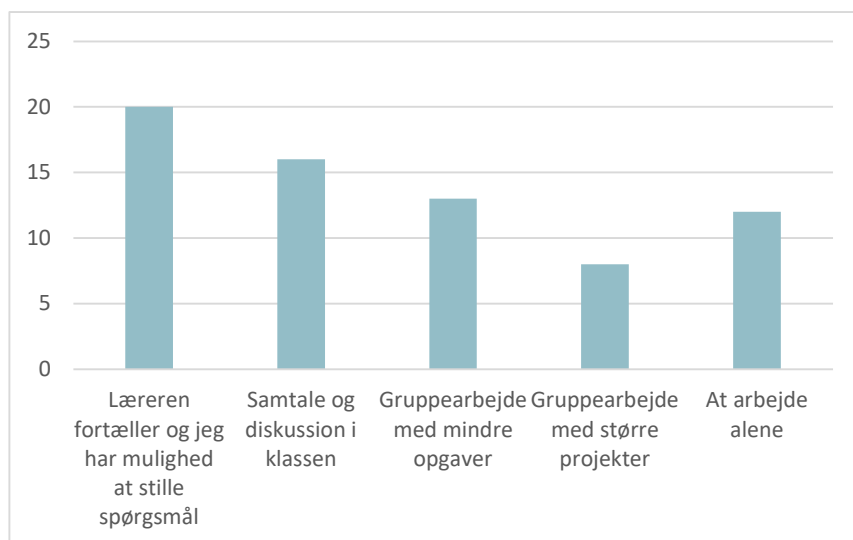
I efteråret 2017 lavede jeg et jobskifte fra Horsens HF og VUC til Tørring gymnasium. Eleverne på Tørring gymnasium er forskellige fra kursisterne på Horsens HF og VUC og det har påvirket min daglige undervisning. I forhold til opgaven her har jeg skullet forholde mig til en anden type elever med en anden tilgang til undervisning. For at give en forståelse af min tilgang til det forløb, jeg har afprøvet i dette projekt, er det relevant at give et kort overblik over den undervisningskultur, jeg flyttede fra. Det er relevant for mig at beskrive og dermed forstå den klasse jeg har afprøvet stopmotion igennem et kort tilbageblik på den undervisningskultur, jeg er flyttet fra.

På Horsens VUC tog skolen udgangspunkt i trivsel, under mottoet "et godt sted at være er et godt sted at lære". Mange kursister gav udtryk for, at de tidligere havde lidt nederlag i skolesystemet og de var præget af ydre eller indre konflikter. Det var svært at få kursister til at deltage i skolefester og lignende, "den gode væren" blev i stedet prioriteret i undervisningen. Kursisterne syntes ikke i særlig høj grad at være styret af ydre motivation (Dohn, 2007), hvilket gav sig til

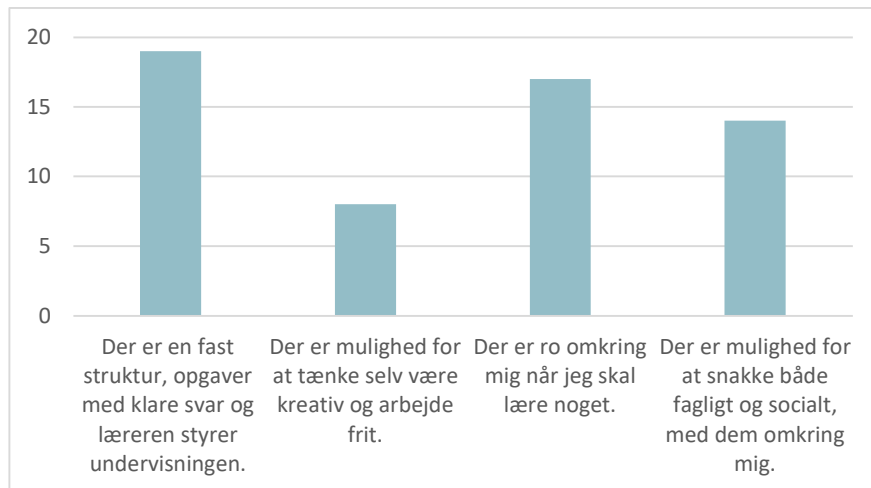
udtryk i, at studie aktiviteten var stærkt korreleret med interessen. Dette blev nok forstærket af, at der ikke gives standpunktskarakterer. I stedet bliver der lagt vægt på at skabe en social kontrakt med den enkelte kursist og opdyrke en klassekultur i timerne stemt efter i klange af rummelighed, hjælpsomhed og tryghed som grobund for fagligheden. I den undervisningskultur bidrager kreative læringsaktiviteter som stopmotion både til den sociale og faglige dannelse.

På Tørring gymnasium er det langt lettere at få eleverne til at rette ind. Her kan man i højere grad gennemtvunge faglighed i timerne gennem små og store milepæle (afleveringer og karakterer) og eleverne synes langt bedre i stand til at afkode kravene og tilpasse sig den intendede læring. De siger for eksempel ofte de rigtige ting uden at jeg, som underviser mener, de altid helt har forstået den faglige dybde, der ligger bag ordene. De vil gerne forstå men bliver let utålmodige; deres motivation synes meget rettet mod at leve op til de formelle krav. De er i en eksamenssituation hele tiden (Nielsen, 2016). De fleste elever synes at have både evne og vilje til social tilpasning, det virker vigtigt for dem at være en del af skolen, fælleskabet, studieture, skolefester, klassearrangementer, TAG festival (skolens egen musikfestival), TG Aid (støtte til en venskabskole i Zambia) mv. Skolen gør meget for at fremme udenoms faglige aktiviteter på tværs af klasser og årgange. Der er en stor kerne af socialt bidragende elever, der gerne vil arrangere og en endnu større gruppe, der gerne deltager. I den undervisningskultur vil kreative læringsaktiviteter som stopmotion nok især være rettet mod at bidrage til de faglige dannelsesprocesser. De kreative læringsaktiviteter behøver med andre ord ikke også at have en rent socialt dannende funktion.

Uanset om skolekulturen tager udgangspunkt i faglighed eller trivsel, finder det faglige sted i en social skolekontekst med det resultat, at elevernes opmærksomhed og ageren til stadighed er spændt ud mellem det faglige og det sociale rum. Grundantagelsen er derfor, at undervisningssituationen skal forstås i dens helhed, altså i samspillet mellem det faglige og det sociale og at det er en relevant analytisk tilgang uanset hvilken skolekultur, man agerer i. (Beck og Paulsen, 2011). For at få indblik i klassens tilgang til undervisningen blev de spurgt hvilke former for undervisning, de bedst kunne lide og hvilken undervisningssituation, de foretrak.



Figur 15 Foretrukne undervisningsformer.



Figur 16 Undervisningssituationen

I A-klassen foretrækker 80% af eleverne undervisning, hvor "der er en fast struktur, opgaver med klare svar og læreren styrer undervisningen" og 64% foretrækker "samtale og diskussion i klassen". Som helhed betragtet foretrækker klassen som forventet en undervisningssituation, hvor "der er en fast struktur, opgaver med klare svar og læreren styrer undervisningen" og "at der er ro omkring mig når jeg skal lære noget". Det sidste skal ses på baggrund af 75% af klassens elever føler, at der er for meget larm og uro i timerne, hvilket også har været et emne på klassens teammøder. Taget under en hat er de mere åbne og kreative arbejdsformer og undervisningssituationer, der stiller med større krav til selvstændighed, mindre populære.

Elevernes faglig og sociale tilpasning til gymnasieskolen

For at få et overblik over kursisternes faktiske funktionsniveau i forhold til STX, har jeg valgt at adoptere en karakteristik af kursisterne fra et skoleudviklingsprojekt på Randers HF og VUC (Beck og Paulsen, 2011). I forskningsprojektet karakteriseres kursisterne ud fra deres egen opfattelse af, hvordan de fungerer socialt og fagligt i skolen.

Spørgeskemaet indeholdt også to udsagn, som eleverne kunne erklære sig enige eller uenige i (skala fra 1-5, se senere):

- Jeg bidrager positivt til det faglige miljø i klassen/på mine hold (fx: markerer i timerne, er fagligt aktiv i gruppearbejde, hjælper andre fagligt)
- Jeg bidrager positivt til det sociale miljø i klassen/på mine hold (fx: forsøger at skabe god stemning i klassen, deltager i fælles arrangementer, interesserer mig for mine klassekammerater).

Jeg har kombineret de to skalaer for at få indtryk af hvilke forskellige tilgange til skolelivet, der reelt er på Tørring gymnasium. Jeg har som udgangspunkt anvendt de samme kategorier af faglige strategier og sociale orienteringer, som Beck og Paulsen (2011) opererer med.

Begge udsagn samt uddybende spørgsmål er taget direkte fra Beck og Paulsen eller i det omfang det var nødvendigt modificeret, så de kan stilles til en STX-klasse.

Til begge udsagn kunne man svare, om man gjorde dette i høj grad eller slet ikke på en skala fra 1 til 5, hvor 1 svarer til "i høj grad" og 5 svarer til "slet ikke". Eleverne har uden undtagelse indplaceret sig selv på trin et til tre både i forhold til fagligt og socialt engagement, hvilket i sig selv bekræfter fordomme om, at STX-elever i højere grad er fagligt og socialt tilpassede. Resultatet skal tages med et vist forbehold, idet jeg i et skoleudviklingsprojekt på Horsens Hf og VUC også fandt, at eleverne i mindre grad brugte den nederste del af skalaen.

Jeg har valgt at gruppere eleverne relativt i forhold til hinanden, med 1 som udtryk for at de i høj grad opfatter sig selv som bidragende og 3 som udtryk for at eleverne i mindre grad er bidragende, mens 2 er udtryk for at eleverne opfatter sig som tilhørende en midtergruppe.

På den måde udspænder de to skalaer, en matrix der rummer 9 forskellige positioner i forhold til skolelivet på Tørring Gymnasium.

	Fagligt afventende	Fagligt ambivalente	Fagligt engagerede	
Socialt bidragende	<i>Kontaktsøgende</i> 2	<i>Veltilpassede</i> 4	<i>Integrerede</i> 4	↑ Social dannelse
Socialt ambivalente	<i>Adspredte</i> 2	<i>Forvirrede</i> 9	<i>Pligtopfyldende</i> 3	
Socialt tilbageholdende	<i>Uintegrerede</i>	<i>Løst relaterede</i> 1	<i>Instrumentelle</i>	
	→			

Faglig dannelse

Tabel 1. Karakterisering af elever ud fra deres egen opfattelse af, hvordan de fungerer socialt og fagligt i skolen. Kategorier fra Beck og Paulsen (2011).

På grund af det beskedne datagrundlag har jeg ligesom Beck og Paulsen aggregeret de 9 undergrupper i tre hovedpositioner. Det lyserøde felt har jeg kategoriseret som "veltilpassede" elever, det grønne område, kalder jeg "midterfeltet", mens jeg har navngivet elever i det blå felt som "underskudselever".

De veltilpassede

De, der har en sum mindre end 3 på faglig og social deltagelse, opfattes som veltilpassede i skolelivet. De udgør 11 ud af 25 besvarelser og herfra udskille der sig en gruppe på 4 elever, der opfatter sig selv som i høj grad både fagligt og socialt bidragende. **De veltilpassede** svarer, at de altid møder forberedte op til alle timerne. Min erfaring er, at **De veltilpassede** er forholdsvis lette at fastholde i undervisningen, hvis de bliver udfordret fagligt. Der er dog en fare for, at de begynder at kede sig i en blandet klasse hvis de elever, der ikke er så fagligt og socialt bidragende, har behov for megen støtte og opmærksomhed. Jeg har haft en forventning om at målrettet, forståelsesorienteret og stofstyret undervisning (tavle undervisning og opgaveregning) appellerer særligt til denne kursistgruppe, frem åbne procesorienterede og kreative læringsformer. Besvarelserne viser, at de veltilpassede ikke skiller sig markant ud fra resten af klassen i forhold til hvilke undervisningsformer, de foretrækker, så datamaterielt giver altså ikke umiddelbart belæg for denne antagelse.

Midterfeltet

Midterfeltet er elever, der har en samlet score på 4 på social og faglig deltagelse. Gruppen udgør 11 ud af 25 elever, heraf placerer 9 elever sig selv på det andet højeste trin både i forhold til social og faglig deltagelse. Beck og Paulsen kalder dem **forvirrede** *"en prototype på en hverken-eller-kursist, eftersom de hverken er helt inkluderet eller helt ekskluderet i forhold til såvel det faglige som det sociale miljø. Eftersom gruppen af de forvirrede tæller omkring en tredjedel af alle kursister, er der i sagens natur ikke ekstreme afvigelser fra gennemsnittet."* De resterende 2 i midterfeltet placerer sig selv relativt lavt på faglig deltagelse og modsat højest muligt på social deltagelse. Eleverne i **midterfeltet** markerer, at de stort set møder op til alle timer, mens 6 ud af 11 svarer nej til spørgsmålet: *"Jeg laver ofte mine lektier og er forberedt til timerne i de fleste fag"* og **midterfeltet** skiller sig i den henseende markant ud fra de veltilpassede. En anden afvigelse, som næppe er signifikant, er at 9 ud af 10 fra midterfeltet svarer (en har ikke svaret), at der helt eller delvist er for meget larm i timerne, mens det er 7 ud af 11 af de veltilpassede, der har samme standpunkt. Den samme tendens gør sig dog også gældende i Beck og Paulsens undersøgelse, hvor citat: *"de forvirrede (de midterste i midterfeltet) lægger vægt på, at der skal være ro omkring dem"*. Behovet for struktur og faste rammer aflæses også omkring deres brug af IT, på en skala fra 1 til 5 er de som gruppe betragtet (3 i middel) hverken enige eller uenige i at *"I undervisningstiden bruger jeg computeren til sociale formål (fx chat, Facebook etc.)"*, i modsætning til de **veltilpassede**, der overvejende er uenige i dette statement (3,9 i middel).

Både midterfeltet og de veltilpassede er generelt forholdsvis afklarede/ambitiøse med deres valg af STX, idet 10 ud af 11 i **midterfeltet** har valgt TG med det formål at få en videregående uddannelse (i kombination med andre begrundelse), mens 9 ud af 11 **veltilpassede** elever har valgt TG som springbræt til en videregående uddannelse.

Min fornemmelse er, at eleverne i midterfeltet på grund af egen forvirring og mangel på målrettethed, savner lærerautoritet og tydelige værdier og mål. Det aflæses også af, at alle **de veltilpassede** elever sætter pris på, at *"Læreren fortæller og jeg har mulighed at stille spørgsmål"*, mens 5 ud af 11 i midterfeltet ikke har sat kryds her. Min tolkning er, at eleverne i midterfeltet har en tendens til at miste fokus, når læreren "bare står og snakker", de foretrækker mere konkret træning i "hvordan skal jeg gøre i den givne situation". Man kunne forestille sig, at elever vil kvittere for en undervisning, der er stramt styret med tydelige strukturer, ritualer, procedurer og mål, men man kunne også gå en anden vej og opdrage eleverne til en mindre stram styring.

Underskudselever

Den tredje kategori, elever med en samlet score på 5 eller 6, udgør 3 elever, Det er dem, der i mindst grad opfatter sig selv som faglig og socialt tilpassede. Med mit kendskab til klassen og på grundlag af teammøder i A-klassen, kan jeg godt sætte navn på 3 elever, der føler, at de er svagere fagligt og mindre socialt bidragende end det store flertal. Med min fornemmelse af eleverne har jeg valgt at navngive gruppen som **underskudselever**. Elever der på overfladen til en vis grad deltager fagligt og socialt, men som bruger mere energi på de sociale og faglige aktiviteter, end de får tilbage i form af social anerkendelse og fagligt udbytte. Hvis jeg gætter rigtigt, befinder den eneste elev i klassen, hvor ingen af forældrene har taget en gymnasial uddannelse, sig i denne kategori. Eleven valgte i øvrigt som den eneste Tørring gymnasium alene, fordi han havde hørt godt om stedet, i modsætning til de øvrige, der alle ser TG som enten vejen til en videregående uddannelse eller/og som en bred uddannelse at falde tilbage på.

Social og faglig tilpasning i forhold til baggrund

5 ud af 11 **veltilpassede** har gået på efterskole, inden de startede på Tørring gymnasium sammenlignet med 8 ud af 11 forvirrede og 3 ud af 3 underskudselever, dermed er der ikke tegn på at vellykket integration, er betinget af et forudgående efterskoleophold. Der er heller ikke tegn på at overgangen til STX direkte fra 9 klasse har været en forhindring for faglig og social deltagelse, idet 8 af de inkluderede kommer direkte fra 9. klasse mod 5 fra hverken eller gruppen.

Opsummering

Tørring-elevernes selvopfattelse i forhold til social og faglig deltagelse fordeler sig ligesom det gælder for HF elever og enkelt fags kursister med en stor gruppe hverken eller og en stor gruppe inkluderede studerende (Beck og Paulsen 2011). Naturligvis med det forbehold, at eleverne på Tørring STX generelt er meget veltilpassede, hvilket ses af graferne for lektier, fremmøde og socialt

og fagligt sammenhold mm. Men det er ikke urimeligt at antage, at lighedstrækkene skyldes, at det er nogle universelle psykologiske gruppedannelsesmekanismer i det konkurrenceprægede skolesystem, der her manifesterer sig. Hvis man slagter hanen i hønsegården, udvikler en af "hønerne" sig som bekendt til en hane. Der er kun en elev, der i mindre grad føler sig socialt bidragende, hvilket er mere udbredt for HF, der blandt andet appellerer til socialt og fagligt utilpassede.

Ellære

For at få indblik i hvilke ideer og koncepter eleverne bar med sig ind i forløbet om ellære, blev eleverne introduceret for ellæren gennem små skriveøvelser, hvor de reflekterede over konceptet "elektrisk kredsløb". Jeg starter kapitlet med at analysere elevbesvarelser med det formål at afklare om elevernes forståelse havde grounding i hverdagserfaringer eller i naturvidenskabsfysik, som det er beskrevet i litteraturen (reference).

I ellære forløbet gennemgik jeg herefter ellærens grundbegreber med udgangspunkt i små eksperimenter og simulationer. Her i opgaven vil jeg ikke bruge plads på at analysere de indhentede data, der er rettet mod at give svar på, hvad eleverne fik ud af undervisningsaktiviteterne (Jeg skønner det vil blive for omfattende). Jeg vil i stedet gå direkte videre til at beskrive og fortolke elevernes stopmotion produkter ind i den forståelsesramme, jeg har fremlagt i toriafsnittet. Jeg ser på hvilke koncepter, eleverne gør brug af set i lyset af deres forforståelse og om de referer deres analogier til naiv fysik eller naturvidenskabs fysik. Jeg reflekterer over hvilke blends, der er spor efter i elevernes sammensatte analogier. Jeg kommer ind på, hvordan eleverne forholder sig til kravene om akkuratthed, enkelhed og konsistens i deres konceptuelle udvikling. Jeg retter blikket mod, om der er transfer fra de øvrige aktiviteter eller om deres konceptuelle viden er løsreven og situationsbestemt.

Jeg forlænger beskrivelser og fortolkninger ind i den opgave, jeg har stillet mig selv, at forstå, at tilpasse og udvikle min egen undervisningspraksis generelt i forhold den kognitive semantik og specielt i forhold til de redskaber, der er givet i den (analogical scaffolding), altså hvordan kan, skal og vil jeg inkorporere deres respons i min praksis.

Jeg går videre med en analyse af indhentede data, for at afdække hvordan eleverne tog imod stopmotion aktiviteten. Hvad er elevernes oplevede udbytte af stopmotion i forhold til andre læringsaktiviteter? Jeg vil gerne vide, hvad det er, der motiverer dem i arbejdet med stopmotion, herunder om elevens manglende motivation forklares af deres tilgang til undervisning. Herefter følger refleksioner over, hvad der motiverer eleverne over i hvordan de fortolker de intentioner, der var lagt ned i aktiviteten og i hvilket omfang eleverne mener, at stopmotion aktivitet kan anvendes til læringsmålet om kognitiv udvikling. Endelige beskriver og fortolker jeg resultater fra to fokusgruppe interviews, hvor eleverne uddyber svarene fra spørgeskemaet.

Forforståelse - Hvordan eleverne opfatter det, der sker inde i et elektrisk kredsløb?

Helt grundlæggende ville jeg gerne udvikle stopmotion aktiviteten omkring det at lade eleverne gøre sig eksperimentelle erfaringer og reflektere over disse. Metoden er mest effektiv, hvis man på forhånd har undersøgt hvilke naive koncepter eleverne har med sig og reflekteret over de hverdagserfaringer, der ligger til grund for forforståelsen, simpelt hen for bedre at kunne tage stilling til hvilke eksperimentelle "set-ups", der kan anvendes til formålet. (Niebert og Gropengisser, 2014).

Eleverne lavede individuelt en praktisk øvelse, hvor de forbandt et batteri med en pære, med en rød og en sort ledning. Formålet var at fremkalde deres praktisk forståelse af, hvad et elektrisk kredsløb er. Eleverne blev nu bedt om at svare på spørgsmål med progression fra en beskrivelse af det praktiske/konkrete til spørgsmål vedrørende procesforståelse. Med udgangspunkt i spørgsmålene blev de bedt om at gætte på, hvad der ville ske, hvis man satte to pærer i serie. De udførte efterfølgende eksperimentet og skrev deres refleksioner ned. Som afslutning på det individuelle arbejde brugte eleverne deres svar som inspiration til at skrive en sammenhængende tekst om deres forestilling om, hvad der foregår inde i elektriske kredsløb.

Eksempel 1 Tidsfaktoren.

Spørgsmål: Hvad forestiller du dig, det vil ske, hvis du putter en ekstra pære ind i kredsløbet?

Naja: Hvis man putter en ekstra pære ind i kredsløbet, vil man skulle forbinde den med en mere/flere ledninger. Der er altså flere led som elektronerne skal bevæge sig igennem (bare et gæt). Derfor vil der gå længere tid til de når den positive pol, og lamperne vil derfor lyse mindre kraftigt?

Der er et koncept om omsætning pr tid, uden at det forklares, hvad det er, der omsættes. Der er ikke udviklet et koncept om de mikroskopiske vekselvirkninger i glødepæren, altså er modellen sekventiel (Driver et al 2005).

Eksempel 2 Clashing analogi.

Rune L: Det der sker, er en elektron vandring, fordi der er negativ og positiv ladning og det forsøges at udligne. Derved skabes en bevægelse af elektroner. Og som des ses i aktivitet 1 og 2 at mødet mellem den positive og negative ladning skaber energi, som i dette tilfælde får pæren til at lyse.

Rune blander kredsløbs-analogi (cirkelformede negative objekter, der bevæger sig fra en negativ pol til en positiv pol for at udligne laddningsforskellen) med en clashing-analogi, altså at mødet mellem positiv og negativ ladning frigør lysenergi (Driver et al 2005). Rune har en ide om, at lysintensiteten reduceres, hvis man sætter en ekstra pære ind i kredsløbet, idet han formulerer

"Strømmen bliver svækket da den skal bevæge sig over større afstand."

Eksempel 3 Strøm er energi.

Ole: Strøm er "En masse elektroner der bliver kastet rundt som "vand" og med det kan man jo forstille sig hvordan de ser ud" og "Strøm er en form for energi..."

Ole har en ide om, at lyset i pærerne bliver svagere, når man sætter en ekstra pære ind i kredsløbet fordi: *"Det bevæger sig med samme hastighed gennem ledningerne men der er ikke ligeså meget strøm til begge pærer af den grund bliver de så svagere"*.

Forforståelsesaktiviteten blev afsluttet med at grupperne i en tegning illustrerede deres fællesforståelse af, hvad der foregår i det elektriske kredsløb. Tegningerne illustrerer ideen om, at strøm er elektroner, der bevæger sig fra minus til plus. Nogle elever fastholder en naiv konceptuel forståelse af, hvordan strømmen får glødetråden til at lyse, ved at energi frigives, når elektroner med positiv og negativ ladning støder sammen i pæren.

Ricard F: *Fra batteriets to sider udgår elektroner med forskellig ladning. De forsøger at mødes for at udjævne forskellen. Ledningerne fungerer som transport for elektronerne, så de kan nå længere, mens de bevarer energien forholdsvis godt. Idet de mødes, opstår et lys som resultat af sammenstødet. Når man tilslutter en ekstra pære, ser vi, at intensiteten formindskes, fordi der nu er to pærer om at dele den samme mængde strøm.*

Ole: *"Når 2 strømkilder rammer ind i hinanden, kommer der en gnist. I denne sammenhæng hænger trådene altid sammen og derved bevare den gnisten."*

Måske ser Ole et tændrør for sig, hvor gabet mellem elektroderne er forbundet med en metaltråd, der har den egenskab, at den konserverer gnisten.

Eksempel 4 naturvidenskabs analogi.

Danielle: *Jeg forestiller mig at der er energi i batteriet i form af elektroner, der vil til den modsatte side af batteriet end den de kom fra. De ledes bedst igennem metal og bliver derfor sendt gennem ledningen mod den anden side. Den eneste måde at komme derover er ved at gå igennem den elektriske pærer, der bruger noget af energien til at opvarme glødetråden i midten og får den til at lyse. Hvis flere pærer skal deles om energien vil der være mindre til dem begge og de vil lyse mindre.*

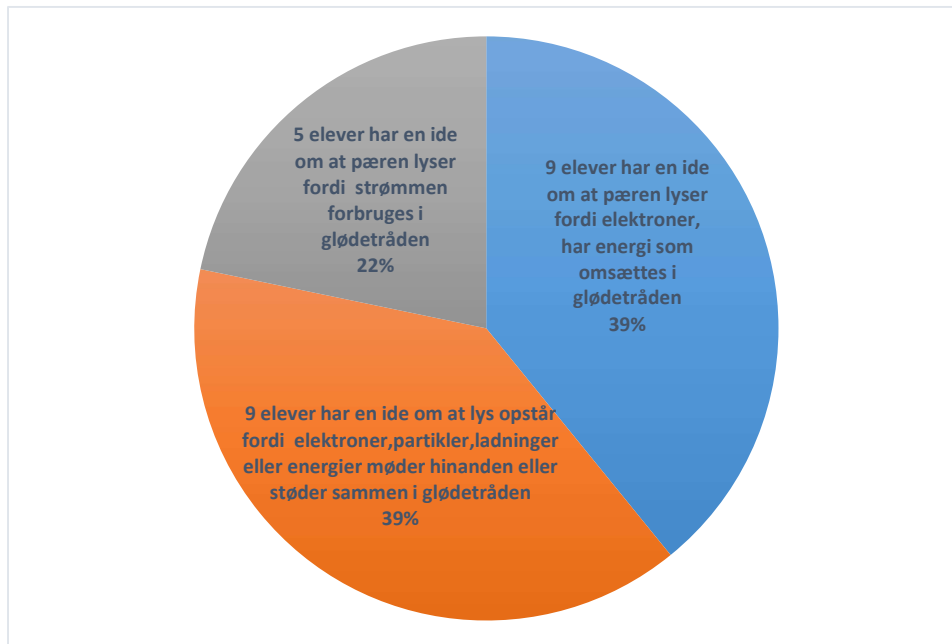
Danielle kombinerer "Kredsløbs analogi" med "objekt i tyngdefelt analogi", (elektroner har potentiel energi, der omsættes kinetisk energi, derved opstår varme, derved forøges den termisk energi i glødetråd etc. Dette er den blanding af analogier, der traditionelt bringes i spil i fysik på gymnasialt niveau.

Henning: *I det elektriske kredsløb strømmer elektronerne fra minuspolen på batteriet til pluspolen, vha. ledninger. På vejen 'tvinges' elektroner igennem en lyspære, som indeholder et lyslegeme, som er et materiale med en større modstand end ledningerne. Som følge af modstanden afgiver lyslegemet varme og lys. Hvis strømmen skal igennem flere lyspærer stiger modstanden. Dette gør at der ikke kan passere så mange elektroner pr. tid og derved falder lysintensiteten i pærerne.*

Henning viser ligesom Danielle tilpasning til de gængse fysikfaglige forklaringsmodeller, endda med brug af fagbegreber fra ellæren.

Sammenfatning.

Det tyder på, at de analogier, der bringes i anvendelse, er et mix af gængse fysikfaglige analogier og ad hoc analogier, der genkaldes fra det mentale lager af oplevede praktiske processer i hverdagen. Det var mit indtryk at forforståelsesaktiviteten vakte elevernes interesse for ellæreforløbet. Det sås blandt andet ved, at flere af eleverne var ivrige efter at, undersøge andre kredsløb (to pærer i parallel kontra 2 pærer i serie).



Figur 17

Stop Motion

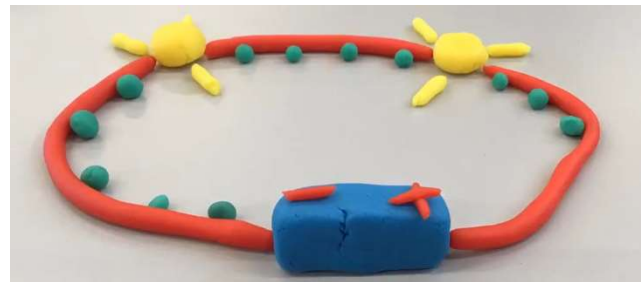
Beskrivelse og refleksioner.

Stopmotion 1 <https://youtu.be/28FpuU2vpEo>

Hvorfor omsættes der mere energi i en glødepære end i to glødepærer i serie? (Danielle, Esther, Frede, Gurli, Henrik)

Scene 1 Kredsløbs analogi.

I kredsløbsanalogien er pæren afbildet som en massiv kugle med attributten gul. Der er tale om en ikonisk repræsentation, hvor tegnet repræsenterer referenten, pæren, gennem lighed. Batteriet er afbildet som en kompakt blå kasse med plus og minus i hver ende, igen en ikonisk analogi. Man kan stilladsere ved at tale med eleverne om, hvad



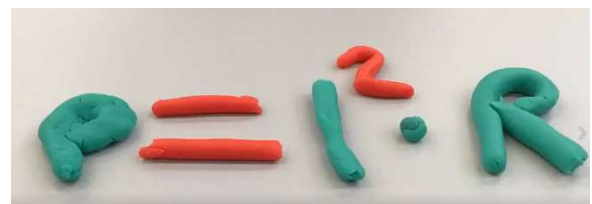
Figur 18

deres skema er for det anvendte plus og minus tegn og måske nå frem til, at det i den naturvidenskabelige diskurs er et indeks-tegn, der peger på en egenskab ved batteriets negativ ladning. Man kan bede eleverne diskutere betydningen af ladning, skelne mellem positiv og negativ ladning med farver og blænde et mere udviklet tegn for batteri ind i kredsløbsanalogien.

Elektroner afbildes som runde kugler med attributten grøn, i skemaet gennemfører de en cirkulær bevægelse fra minus til plus. Den løse og ufuldstændig analogi, kan sammenkædes med batterianalogien gennem at tildele elektroner den valgte farve/attribut, der repræsenterer negativ ladning. Ledning er en aflang form, som elektroner bevæger sig uden på. Man kunne bede en elev om at blende et tegn for modstand ind i den ikoniske repræsentation af en ledning.

Scene 2 Syntaks.

Frede (speaker på stopmotion scener) gør brug af en ren symbolsk repræsentation i beskrivelsen af syntaksen, den logiske struktur for de anvendte begreber, der anvendes i den kvantitative analyse. Man kunne bede Frede redegøre for den betydning, der er tilknyttet den symbolske repræsentation.



Figur 19

Scene 3 Energi-analogi.

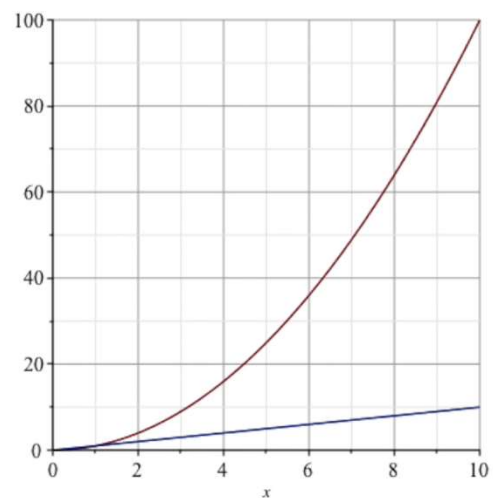
Frede forklarer, hvordan potentiel energi omdannes til kinetisk energi i scenen, hvor en mand springer ud fra et fly. Omdannelse af kinetisk energi til termisk energi repræsenteres ved at figuren afleverer et stof, som repræsenterer energi, til en gren. Man kunne spørge Frede, hvordan man kan se, at der er overført kinetisk energi til grenen. Frede overfører ikke analogien, energiomdannelse, som en mand der "flyver nedad" gennem luften, til strøm, som elektronerens rejse gennem en ledning. Man kunne bede Frede lave en scene, hvor han oversætter det til, hvad der sker inde i en ledning med brug af begrebet modstand. Man kunne desuden bede Frede udvide scenen, hvor han viser, hvordan han kunne animere at der opbygges ny potentiel energi i flyet og oversætte det til, hvad der sker i batteriet.



Figur 20

Scene 4 matematisk repræsentation.

Henrik forklarer, hvordan gruppen har lavet kvantitative simulationer af strømstyrke, effekt og spænding i et kredsløb med en/to pærer i simpelt kredsløb. Henrik forklarer, hvorfor kredsløbet med en pære omsætter mere energi pr tidsenhed end kredsløbet med to pærer ved brug af Joules lov. Henrik redegør for den indre logik i Joules lov gennem en grafisk repræsentation af de to variable modstand og strømstyrke, et fald i strømstyrken slår kraftigere igennem end en forøgelse af modstanden i kredsløbet med to pærer i serie, hvilket forklarer, at kredsløbet omsætter mindre energi pr tidsenhed. Det skal i øvrigt bemærkes, at Henrik kalder "I" intensitet, men fortolker det som strømstyrke. Henrik korrigerer selv fejlen, da jeg efter endt præsentation spørger ind til, hvad han forstår ved begrebet "I". Man kunne bede



Figur 21 Den røde linje er en afbildning af kvadratet af strømstyrke som funktion af strømstyrke, den blå en afbildning af modstand, som funktion af modstand.

gruppen overveje om flymetaforen, der er sekventiel, fører til samme konklusion som simulationen og i modsat fald, hvordan man kan lave en animation af elektronerens rejse med brug af begrebet modstand, der er konsistent med resultatet af simulationen. Sammenfattende er de enkelte scener i gruppens animation ikke bundet sammen, f.eks. er energi-metaforen ikke blendet med elektroner, der bevæger sig langs en ledning. Analogierne er løse og bygger på en blanding af naiv fysik og naturvidenskabelig fysik. Koncepterne batteri og modstand er ikke bragt

i spil. Det er let at give feedback til gruppens animation, så den kan danne udgangspunkt for konceptuel udvikling gennem at lave en ny version af deres Stopmotion.

Stopmotion 2 <https://youtu.be/TuCsekFXwAs>

Hvorfor omsættes der mere energi i en glødepære end i to glødepærer i serie? (Iris, Julie, Karne, Lise)

Scene 1 Eksperiment

Der måles 10,23 V over en pære der er alene i kredsløbet. Der måles 5,18 Volt over en pære i et kredsløb med to pærer i serie. Volt opfattes som et mål for energi og konklusionen på eksperimentet bliver derfor, at der afsættes ca. den halve energi pr glødepære i kredsløbet med to pærer og implicit, at der afsættes den samme energi i de to kredsløb.



Figur 22

Scene 2 Myre analogi

Myrer ses som indeks-repræsentationer for elektroner. Myrer tankes op med energi, der repræsenteres som pinde, der hentes i en stor bunke, der repræsenterer en strømkilde. Pinde afleveres i mindre bunkere, der er tegn for glødepærer. Myreflokken har en konstant energimængde (pinde), men afleverer kun halvdelen i hver myretue i tokomponent kredsløbet. Efter at have set **Stopmotion 1** nåede eleverne frem til en erkendelse af, at de to bunkere i kredsløb 2 tilsammen burde være



Figur 23

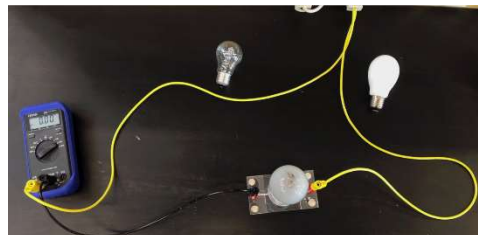
mindre end den enlige bunke i kredsløb 1. Man kunne bede eleverne måle strømstyrke og blænde et tegn for strømstyrke ind i analogien. Komplexiteten kunne forøges ved at bede eleverne måle strømstyrke og modstand, lave tegn for disse og blænde dem ind i det sammensatte "kredsløbs tegn". Man kunne spørge eleverne, hvordan nogle af myrerne ved, at de ikke skal afleverer deres pinde i bunke 1, men i stedet gemme dem til bunke 2.

Stopmotion 3 <https://youtu.be/QdsyOK7Ircs>

Hvad sker der i et elektriske kredsløb, der forsyner en glødepære med strøm fra elnettet og hvorfor koster det mere at forsyne en 60 watts pære end en 40 watts pære? (Mads, Anna, Ole, Petra)

Scene 1 Eksperimentel beskrivelse af kredsløb.

Speaker: "Strømmen starter her (ved stikkontakten), kører videre gennem ledningen (hen til et foto af et multimeter), her måles strømmen. Strømmen ender i pæren og får den til at lyse inden strømmen fortsætter på nye eventyr, og så finder strømmen tilbage til hvor den kom fra"



Figur 24

Fortolkning: Strømmen er på en rejse tur-retur, den kører (der er ikke tale om et kraftfelt). Man kunne spørge eleverne, hvad de mener med udtrykket "strømmen kører"?

Scene 2 Fiske analogi

Batteriet repræsenteres af en elektrisk ål med gule lyn-symboler, en indeksrepræsentation, der peger hen på, at batterier kan give stød. Pæren repræsenteres af et ikon (en lampenfisk med en lygte ophængt over øjnene), tegnene referer direkte til referenterne (what you see is what you get), elektronerne er små røde fiske ikoner, der forvandles til massive sorte kugler,



Figur 25

når de har gjort deres arbejde i lampefisken. Resistans optræder som et symbol og defineres gennem syntaksen, $R=U/I$. Der er intet tegn for strømstyrke og spænding. Der er ikke noget skema, der forklarer hvorfor energiomsætningen er mindre i en 40 watts pære.

Scene 3 Kvantitativ analyse

Eleverne arbejder sig baglæns, givet konstant spænding er strømstyrken i 40w pære mindre, dvs. at modstanden er større, hvilket er den bagvedliggende årsag til, at effekten er mindre. Man kunne igen bede elever lave input tegn for resistans, strømstyrke og spænding, der kan blendes med fiske analogien. Man kunne stilladsere ved at bede eleverne animere, hvorfor der afsættes mindre energi, når spændingen er konstant og strømstyrken reduceres.

vi har en konstant spænding på 230 V
Vi kender effekten (40 watt / 60 watt)
Dette kan opstilles som en ligning for at finde strømstyrken

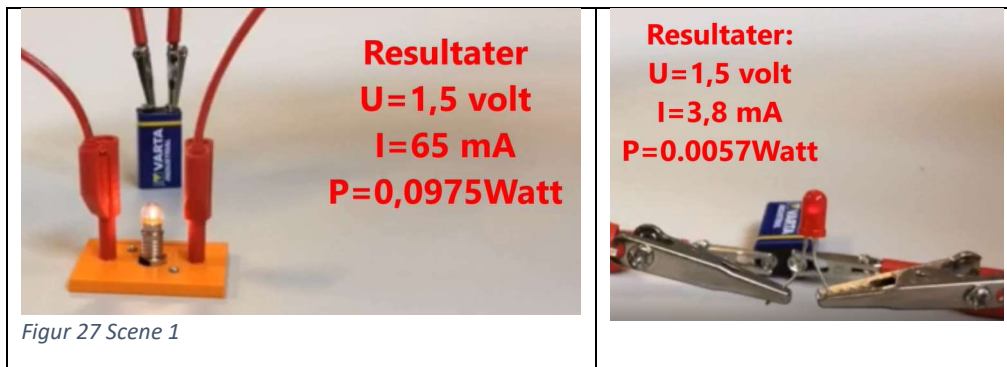
$$60 = 230 \text{ V} \cdot X \text{ A}$$

$$40 = 230 \text{ V} \cdot X \text{ A}$$

Figur 26

Stopmotion 4 https://youtu.be/qk3qSfY_kYM

Hvad sker der inde i en LED og hvorfor koster det mindre at forsyne en LED med strøm end en glødepære?
(Henning, Rune L, Sørine H, Jenny S).

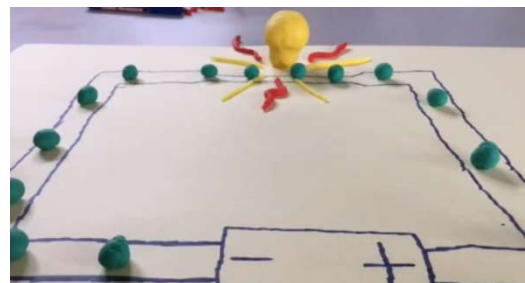
Scene 1 Forsøg

Figur 27 Scene 1

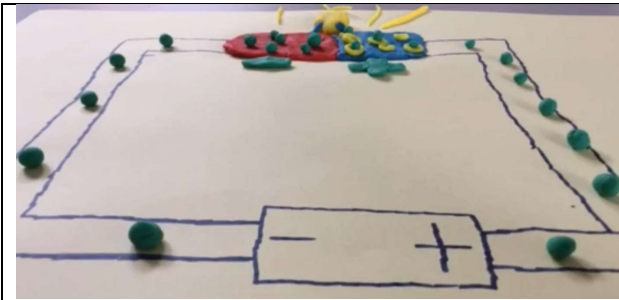
Gruppen konkluderer at "En glødepære omsætter dobbelt så mange joule i sekundet som en LED tilsluttet samme spænding"

Scene 2 Kredsløbs analogi - glødepære

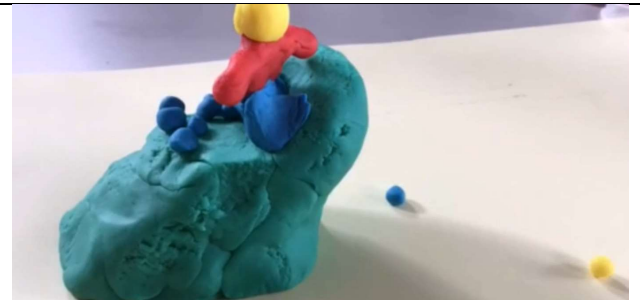
Speakeren (Henning) siger "Når elektronerne bevæger sig gennem glødepæren, som har en relativ høj modstand, vil deres fart blive sænket, dette gør at de går ned til lavere energitilstand, og for at kompensere for dette bliver ledningen varm og udsender lys". I det sammensatte tegn er elektroner grønne kugler, der bevæger sig inde i et rør fra minus til plus. Modstand indekseres som en indsnævring af rør ved glødepære, der bremser elektronerne op. Glødepæren repræsenteres om en gul kugle, der udsender gule (lys) og røde stråler (varme).



Figur 28 Scene 2

Scene 3a Kredsløbs analogi - LED

Figur 29 Scene 3a



Figur 30 Scene 3b

Dette er en oversættelse af den naturvidenskabelig analogi: En halvleder dopes, så der er et overskud af elektroner med et højt energiniveau på den ene side og et underskud med et lavere energiniveau på den anden, når elektronerne bevæger sig over mod det lavere energiniveau kompenseres den ved at udsende en foton.

Scene 3b: LED analogi

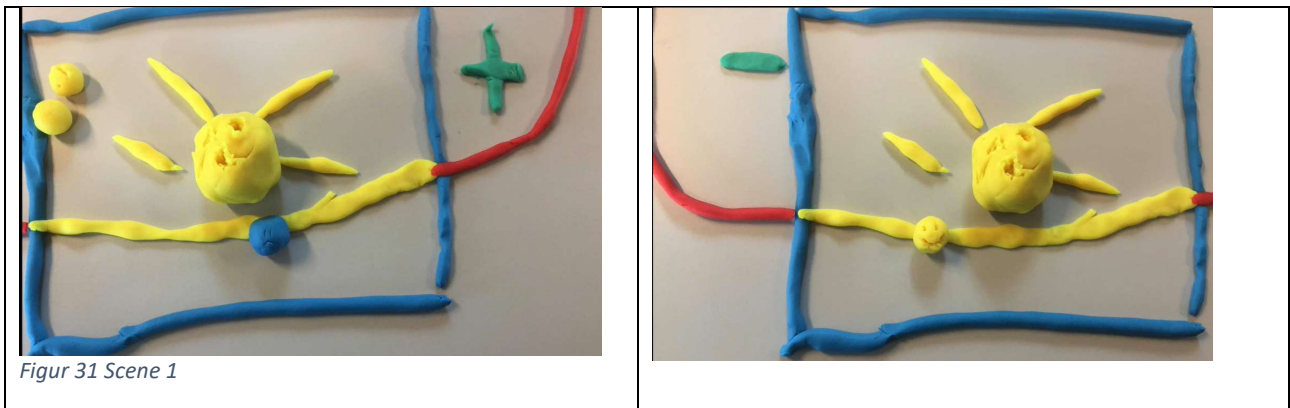
Input analogien er en partikel i et gravitationsfelt, partiklen er en elektron i "target space". Partiklen/elektronen befinder sig i et kraftfelt. Partiklen/elektronen falder, mister potentiel gravitationel energi/elektrisk energi, der omdannes til kinetiske energi/foton. Fotonen er en kugle med attributten gul, rød, eller grøn.

"alt efter hvilket metal du bruger og hvilken forskel der på energien af elektronerne, vil fotonerne have en anden frekvens, derved farve".

Man kunne øge kompleksiteten ved at bede elever måle karakteristikken for en LED og inkorporere det i LED analogien.

Stopmotion 5 <https://youtu.be/ZihcSu72BfM>

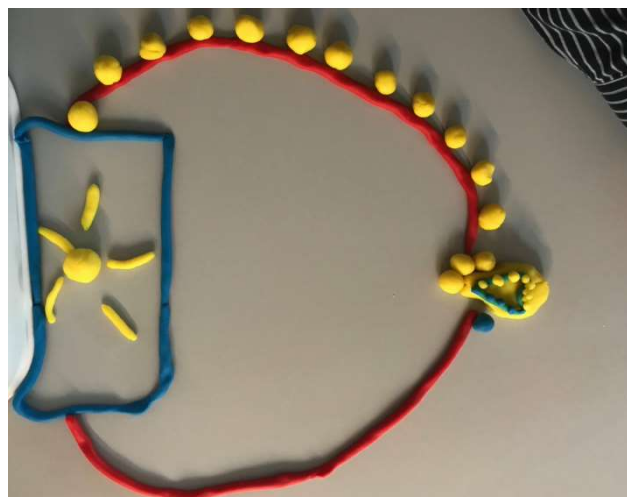
Hvad sker der inde i en LED og hvorfor koster det mindre at forsyne en led pære med strøm end en glødepære? (Berit, Ole, Riga, Steen)

Scene 1 Batteri analogi

Gruppen bruger en gul sol som analogi for strømkilden. Sure blå kugler forvandles til glade gule smileys på deres vej mod den negative pol i batteriet. Underlægningsmusikken bruges som et indeks-symbol, der peger på elektronens bevægelse ("run boy run").

Scene 2 Kredsløbs analogi - glødepære

Gruppen bruger fotos af komponenter (batteri og glødepære, der vokser bruges som overgang fra "batteri analogi til **Scene 2** kredsløbs-analogi -glødepære"). Når de gule kugler nærmer sig det gule symbol for glødepæren, skifter underlægningsmusikken til "I will leave your light on". På vejen gennem glødepæren bliver kuglerne atter blå.



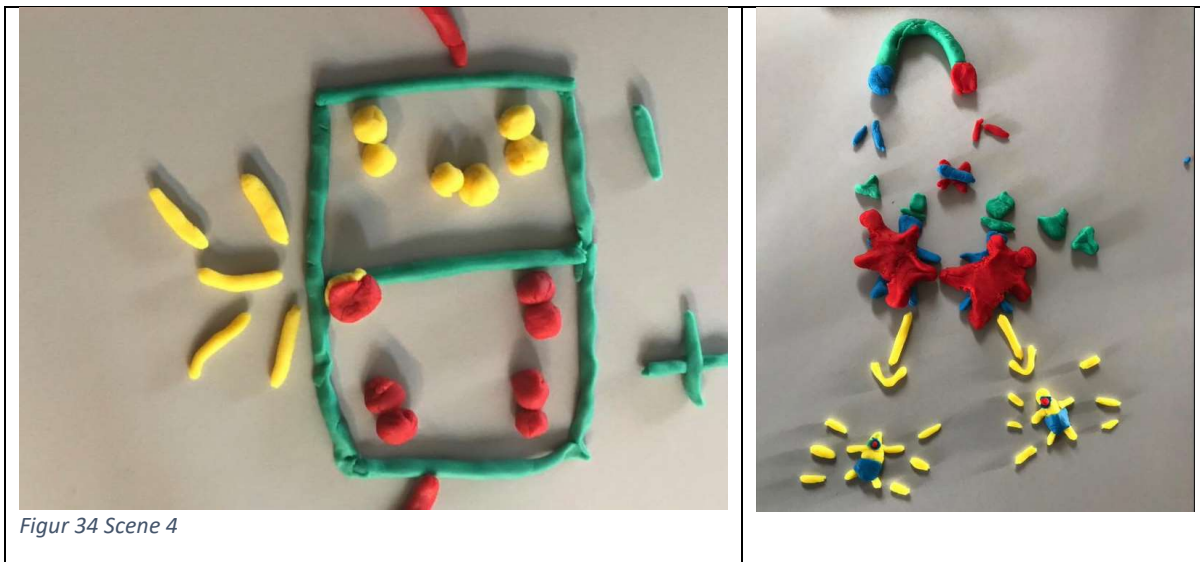
Scene 3 Syntaks



Figur 33 Scene 3

Gruppen anvender symboler, blendet med indeks pile til at vise den indre logik de vil betone i syntaksen, at effekten afhænger direkte af strømstyrken i det udførte forsøg. En glødepære, der formindskes og en LED, der forstørres og defokuseres bruges som overgang til LED analogien.

Scene 4 kredsløbs-analogi - LED.



Figur 34 Scene 4

Gruppen lader røde og gule kugler mødes og udvikler lys i en strøm som clash-metafor, kredsløbsanalogien udvikler sig til en metafor med røde figurer med attributten positiv-symbol, der smelter sammen med blå figurer med attributten negativ-symbol, herved opstår hjerter i rummet over figurerne og de føder små skinnende gul-blå-grønne babyfigurer, der udsender gule stråler. Den lavere energiomsætning forklares helt kort af, at strømstyrken er lavere i dette forsøg (2,7 mA). Man kunne endnu engang bede eleverne beregne modstande, lave tegn for modstand og strømstyrke og blende dette med deres kredsløbsanalogi.

Gruppen har fastholdt "clashing-analogien" fra forforståelsen: altså at sammenstødet mellem elektroner med positiv og negativ ladning frigør lysenergi. Man kunne stilladsere ved at foreslå en mekanisk analogi som input space, noget i retning af elektronen som en kugle med potentiel/kinetisk energi, der støder sammen med atomer, der begynder at vibrerer etc. Man kunne følge op med at spørge, hvad der sker med elektroner/ladninger efter sammenstødet i pæren (ophobning/tilintetgørelse?).

Sammenfatning

De enkelte scener i gruppernes stopmotions animationer er ikke altid sammenhængende, f.eks. er energi metaforen hos gruppe 1 ikke blendet med elektroner, der bevæger sig langs en ledning. Elevernes analogier er generelt løse (Podolefski og Finkelstein, 2007) og bygger på en blanding af naiv fysik og naturvidenskabs fysik. En del begreber er ikke bragt i spil og eleverne forholder sig ikke altid til forsøgsresultaterne.

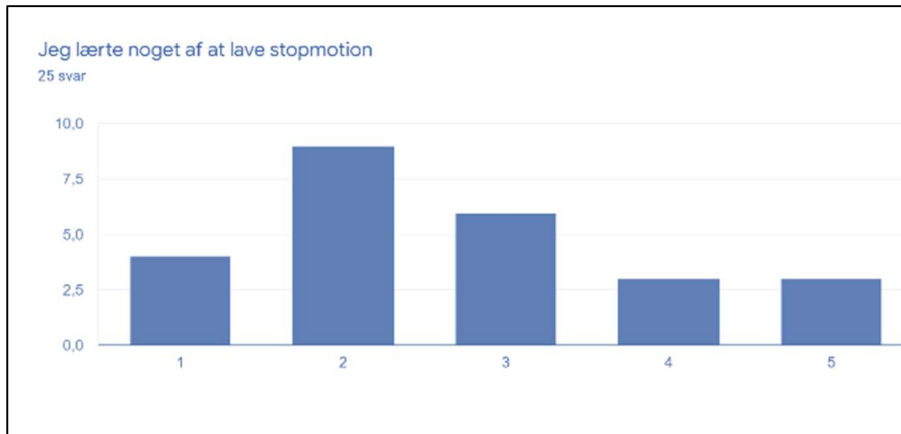
Det tyder på, at eleverne opfatter et batteri som lager af elektrisk energi. Det kan føre til at konceptet, at et batteri leverer en konstant strøm af energi, snarere end at det leverer en konstant potential forskel (Driver et al. 1994), som det er tilfældet i gruppe 2. De øvrige grupper eksperimenterer sig frem til, at strømstyrken varierer og er ikke opmærksomme på inkonsistensen mellem eksperiment og analogi. I elevernes bevidsthed er plus og minus på batteriets poler tilsyneladende symbolske konventioner. I den naturvidenskabelig diskurs er det et indeks, der peger på ladningsforskelle.

Resultaterne viser, at eleverne har en udbredt og dyb rodfæstet ide om, at det elektrisk kredsløb er en sekventiel model, hvor elektronerne hver især rejser rundt og møder komponenter på deres vej. Vi ved pr erfaring, at der ikke er nogen samtidighed/interaktion mellem en bilist, der bevæger sig på E45 syd for Århus og en anden bilist, der befinder sig på E45 nord for Hamburg. Hverdags erfaringer vedrørende fænomener, der involverer årsag og effekt, forhindrer således eleverne i at opfatte hele kredsløbet som et sammenhængende system (Driver et al. 1994). Bevægelsen fra gruppernes sekventielle opfattelse af strømkredsløbet mod en "ikke sekventiel model" kunne foregå ved at lade alle grupper beregne den teoretisk hastighed af elektronerne i kredsløbet, sammenligne resultatet med en observation af hvor lang tid det varer, fra man trykker på kontakten, til lyset tænder og indarbejde erkendelsen i et nyt animationsloop.

Som det fremgik af gennemgangen af elevernes stopmotion, kan man ret let give eleverne feedback, gennem metoden analogisk stilladsering. Som input til ny blanding kan man bede eleverne reformulere gamle tegn på basis af inkonsistens eller på basis af nye målinger og beregninger. Man kan desuden bede eleverne formulere og blende helt nye tegn over ubenyttede grundbegreber (batteri, modstand, strømstyrke og spænding). Processen kaldes layering (Lakoff, 2001), refereret i Podolefski and Finkelstein (2007), en læringsproces, hvor blend spaces udvikles som serier af knopskydninger på tidligere blend spaces, gående mod øget kompleksitet (kompakt kugle - rosinkage - solsystem - elektronsky).

Elevernes oplevelse af læring og undervisningsformer

For at få indtryk af elevernes oplevede udbytte af stopmotion i forhold til andre læringsaktiviteter, bad jeg eleverne tage stilling til udsagnet, **Jeg lærte noget af at lave stopmotion**, på en skala fra et til 5, hvor 1 er helt enig og 5 er helt uenig.



Figur 35 "Jeg lærte noget af at lave stopmotion" på en skala fra 1 til 5, hvor 1 er helt enig og 5 er helt uenig (25 svar).

10 elever var helt enige eller delvist enige i, at de lærte noget af at lave stopmotion. 6 var hverken enige eller uenige og 6 var helt uenige eller delvist uenige i, at de havde lært noget af stopmotion.

Uddybende blev der spurgt ind til: **Hvad lærte I konkret om elektricitet, som I ikke vidste eller ikke var opmærksomme på før.**

"Jeg vidste i grove træk godt de ting vi lærte om i projektet, men jeg synes at det kom til at hænge meget mere fast i hovedet fordi man fik nogle billeder ind i hovedet og fik teorien forklaret på en helt ny og anderledes måde".

"Vi lavede en film en LED og efter stopmotion havde jeg et bedre billede af hvad der forgik inde i LED".

"Vi kom helt tæt på og lærte hvordan det fungerer inde i kredsløbet".

"Hvad modstande helt konkret gør i et kredsløb".

Eleverne peger her på noget helt centralt. At vi erkender verden på det mesoskopiske niveau, og fortolker verden på det mikroskopiske niveau gennem conceptual blending af billeskemaer (Fauconnier, Gilles and Mark Turner, 2008).

Man kunne ikke umiddelbart aflæse af alle svarene, hvorfor elever ikke havde et oplevet udbytte af undervisningen

"jeg ved det faktisk ikke".

"Jeg synes ikke, jeg lærte noget ved at lave stopmotion".

"vi undersøgte, hvordan en diode fungerede, men dette blev også gennemgået på klassen senere".

"Jeg synes vi brugte lidt for meget tid på stopmotion ift. hvis vi bare havde lavet en almindelig film. Jeg havde måske lært mere end hvis vi bare sad med modellererovoks. Men sjov opgave alligevel".

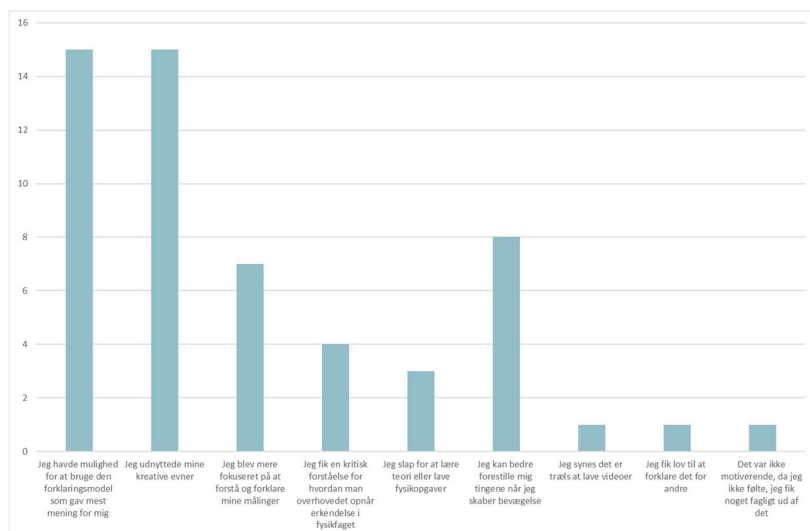
Er problemet måske, at nogle elever ikke har været motiverede for at lave stopmotion?

"Jeg havde lært mere ved at læse om det hjemme eller ved at det blev gennemgået på tavlen. Så var der også gået færre undervisningstimer med det, hvilket ville være mere effektivt. Efter min mening hører stopmotion

ikke til i gymnasiet. Det kreative arbejde med tegninger, billeder, klipping osv. tager alt for lang tid, og det giver ikke et fagligt udbytte”.

3 af 11 elever, der opfatter sig selv som fagligt og socialt integrerede, **De inkluderede elever** (jævnfør afsnittet om klassen) tager helt eller delvist afstand fra stopmotion aktiviteten. En mulig forklaring er, at det er i modstrid med det de selv anser som undervisningens formål. (Trondman, 1999 i Beck, 2011). Analysen er, at de velintegrerede elever som udgangspunkt er indstillet på at få noget ud af at gå i skole. Når de taler om konflikter med lærerne, skyldes det, at de oplever lærernes undervisning som værende en modsætning til det, de selv anser for at være undervisningens formål. En af de tre inkluderede elever er fagligt engageret men socialt ambivalent. Elever med denne tilgang vil gerne være en del af det sociale liv i klassen, men har ikke tilstrækkeligt overskud, mod eller selvværd til at gøre sig gældende i det sociale liv (Beck, 2011). Eleven foretrækker undervisning, hvor der er en fast struktur, opgaver med klare svar, hvor læreren styrer undervisningen. Eleven nævner også, at der skal være ro omkring hende, når hun skal lære noget. Teori på tavlen, opgaveregning og læselektier er eksempler på god undervisning for eleven. Med denne tilgang til undervisningen er det ret logisk, at hun tager afstand til stopmotion, hvor den sociale interaktion er en væsentlig del af processen. De 3 elever, jævnfør beskrivelse af kohorten i metodeafsnittet, beskriver sig som fagligt integrerede, de laver lektier, møder stort set op hver dag til alle timer, får tilstrækkelig støtte til lektier, bruger fortrinsvis IT til faglige aktiviteter, synes der til tider er for meget uro i klassen, deltager i det sociale liv, er glade for at gå på TG, men foretrækker undervisning, hvor læreren fortæller og foretrækker at arbejde alene. Alt i alt tyder det på, at de 3 elever er velintegrerede med hensyn til det, som Beck (2011) betegner som en instrumentel læringsstrategi. F.eks. skriver en af de tre at, der blev brugt for meget tid på det, som kunne være brugt bedre.

”De opfatter skolen som en art idrætskonkurrence, hvor man vinder, hvis man gør, som træneren siger: Man skal høre efter, hvad læreren siger og forventer, og det, som læreren forlanger, skal man lære udenad. Præstationsinteressen kan for denne gruppe have en tendens til at træde i stedet for kundskabsinteressen”. (Beck 2011)



Figur 36 Hvilke elementer af arbejdet med stopmotion motiverede dig (gerne flere kryds).

15 elever angav som motivationsfaktor at de havde mulighed for at bruge den forklaringsmodel, som gav mest mening for dem. Heri ligger måske noget centralt, at det at skabe mening og selv at vælge er helt elementære motivationsfaktorer for de fleste og ikke mindst for elever, der er midt i deres identitetsudvikling.

15 elever angav som motivationsfaktor (bemærk, at der kan være overlap) at de udnyttede deres kreative evner. Det er her vigtigt at forstå, at naturvidenskaberne som hovedregel undersøger det generelle, universelle og *lovmæssige* ved naturen, mens de humanistiske videnskaber undersøger unikke menneskeskabte genstande, som altid har særlige betydninger. (Petersen, 2019). Igen antydes det her, at eleverne higer efter at udtrykke sig, at besjæle, at bruge fantasien, at skabe fortællinger, at skabe betydning, at finde mening.

"Som skrevet før gav det rigtig meget mening for mig at tænke en problemstilling på en helt ny og kreativ måde".

"Alle grupperne fik lov til at lave det på deres egen måde og det var meget godt".

8 elever bekræfter betydningen af det sensomotoriske, idet de bedre kan forestille sig tingene, når de skaber bevægelse. Relationer mellem objekter bliver fremtrædende gennem animation og kan lettere indbygges i multimodale skemaer end i symbolske/matematiske repræsentationsformer. Det er forventeligt og glædeligt at 7 elever motiveres af at forstå og forklare målinger. Det er problematisk, når eksperimentelle observationer og de underliggende koncepter består af komplekse og flertydige logiske tankeprocesser (Braund, 1999). Derved opstår der for stor afstand mellem elevernes prækonceptioner og de observationer, der skal assimileres og det kan være uoverkommeligt at opbygge nye skemaer gennem akkommodation (Braund, 1999, Beck, 2017). På den måde, og stik modsat hensigten, kan de praktiske eksperimentelle aktiviteter forhindre fysikforståelse i stedet for at fremme den (Braund, 1999). Ved at benytte stopmotion som en overbygning på eksperimentelt arbejde, kan man identificere "learning demand" (Niepert og Groppengisser 2014), som kan facilitere konceptuel udvikling.

"Man var nødt til at udarbejde et færdigt produkt som gav mening og hang sammen, så det blev nødvendigt at forstå teorien".

Den legende tilgang kan fjerne en naturlig frygt for fysik og ellære med dens brug af elektriske apparater og ledninger. Desuden kan variation måske i sig selv være motiverende, således formulerede en elev, at det var en hyggelig og anderledes måde at lære på. Eleverne gav konstruktive løsninger på problemet med, at tiden er en begrænset ressource og at stopmotion tager tid fra andre undervisningsaktiviteter og foreslog f.eks. at klipning og redigering skal være hjemmearbejde.

På spørgsmålet om hvad der var det vigtigste eleverne havde lært om elektricitet i forløbet pegede 8 ud af 25 svar på, at det var begreberne og den logiske struktur der forbinder begreberne. Andre 8 svar pegede i retning af konceptuel viden. En svarede f.eks., *"at det fedt at vide hvad der reelt foregår inde i ledninger og hvad der egentligt sker"*. Der findes naturligvis ikke en entydig tolkning af de åbne svar og det er usikkert, hvor mange der reelt mener, at udvikling af konceptuel forståelse er det vigtigste. 7 af eleverne giver helt eller delvist et løst statement a la *"hvordan et elektrisk kredsløb*

virker". Som støtte for denne fortolkning ses det, at eleverne også bruger samme formulering i beskrivelserne af, hvad de lavede i deres stopmotion. Fortolkningen af svaret kan også pege i andre retninger. Det kan også henvise til en praktisk forståelse og/eller en matematisk logisk forståelse af sammenhængen mellem de grundlæggende begreber. De sidste 9 svar peger på vigtigheden af det anvendelsesmæssige aspekt... praktiske kompetencer ... den ingeniørmæssig tilgang. En nævner det "At bruge Bread-boards til at lave kredsløb og bruge formlerne i praksis". En anden fortæller "Jeg har lært hvordan man selv kan bygge et kredsløb med ledninger, diode, resistans og hvordan man bygger en sensor ved at tilføje en transistor og et bamseøjle". For mere end hver tredje elev indeholder svarene en blanding af de forskellige kategorier, hvilket betragtes som et tegn på at elever oplever, at forskellige typer af repræsentationer (Dolin 2001), kan understøtte hinanden. I en del svar blev relevans anført som begrundelse. En elev skriver f.eks., at det er vigtigt at vide "hvordan en Diode og LED fungerer, og om hvordan det er bæredygtigt. Den bæredygtige del er vigtigt for mig".

Hvis man stiller et åbent spørgsmål, er udspørgerens fortolkning af svaret ikke nødvendigvis i overensstemmelse med det, besvareren mente. Hvis man stiller et lukket spørgsmål, har besvareren ikke nødvendigvis forstået, hvad man mente med spørgsmålet (Mathiassen, 2016). Spørgsmålet kan måske endda forstås på flere måder (manglende entydighed) og kan måske slet ikke give svar på det, der var hensigten (manglende validitet). Med disse forbehold definerer spørgeskemaet den overordnet ramme for den problemstilling, der arbejdes med og som efterfølgende blev uddybet i to fokusgruppe interviews.

Fokusgruppeinterviews

Fokusgruppe 1

Esther, Danielle, Tine og Iris. Tilhører midterfeltet i klassen i forhold til social og faglig tilpasning. De talte frit, bifaldt når de var enige og overtog hinanden sætninger, hvis de mente, der var noget, der skulle nuanceres. Iris var den mest talende, men alle kom til orde. Der var enighed om, at forståelse af det elektrisk kredsløb, var det vigtigste, de havde lært. Esther lagde vægt på anvendelsen i hverdag, idet hun sagde, at

"formlerne dem kan man selvfølgelig google sig frem til, men forståelsen for et kredsløb og for elektricitet generelt, hvordan man bruger det i et hus og sådan nogle ting"

For Esther handler forståelse af kredsløb om at forstå kompleksiteten. Tine fremhævede også at projektarbejdet var vigtigt:

"Jeg synes også det der med kredsløbene. Så snakkede vi om det derhjemme og så kunne jeg forstå at bruge det ude i virkeligheden. Sådan noget med en sensor, så forstod jeg det, hvis vi havde sådan en derhjemme, hvordan det fungerede indeni".

Tine fortolkning af **forståelse af kredsløb** peger i retning af eksperimentel forståelse:

"først prøvede vi med en almindelig pære, så prøvede vi med en diode, alt det der. Så prøvede vi at måle på nogle ting, så man ligesom kan se, hvad det er, der egentligt sker".

Danielle tilsluttede sig Tine og Esther og lagde vægt på det anvendelsesorienterede aspekt af projektarbejdet:

Jeg synes, det der med dioderne og sensorerne, det var ligesom noget, der blev bygget ovenpå. Det var også meget rart, for så fik man ligesom mere information og fandt ud af, hvad man kunne bruge den viden om kredsløbene til senere hen, når man så skulle lave noget mere avanceret.

For Danielle var **forståelse af kredsløb**, noget med at forbinde det teoretiske med det praktiske:

Jeg synes det der med, at det bliver forbundet til noget teori, for det har jeg ikke haft før i folkeskolen og sådan. Man har arbejdet med ellære og set, at den her pære lyser mere, men man har ikke haft de der formler med og sådan noget.

Det synes som om, at elveudsagnet "forståelse af kredsløb" er syntesen af det praktiske arbejde med de fysiske kredsløb, koblet med observationer, målinger, formler og anvendelse. Det praktiske arbejde med kredsløbet fungerede, i overensstemmelse med intentionen, som et praktisk omdrejningspunkt for elevernes progression - forforståelse (at forestille sig) - grundforståelse (få sprog for, begreb om og redskaber til) - projekt (at anvende viden)

Eleverne gav udtryk for, at de forskellige arbejdsformer supplerer hinanden i undervisningen, forforståelse, tavleundervisning (lære sprog og grammatik), guidede elevforsøg (kobling mellem det teoretisk og det praktiske), projektet (tænke og skabe ideer selv).

Da jeg spurgte, om projektarbejde kunne stå alene, svarede Danielle, at man har brug for tavleundervisning, for selv om det er kedeligt, er det nødvendigt. Iris supplerede, at det ikke duer at alle forsøg er "helt tænk selv", men at der også er brug for guidede forsøg, så den teoretiske og praktiske forståelse kommer til at "stå helt skarpt" som en stilladsring til projektarbejdet, hvor man skal tænke selv. Esther er enig og siger

"at de her forsøg, som vi har lavet til sidst, kunne vi jo heller ikke lave uden en forståelse for det – det havde vi slet ikke kunnet".

Som et eksempel på vigtigheden af syntesen mellem teoretisk og praktisk forståelse, siger Danielle "det gik op for en, at modstand f.eks., det kan både være teoretisk, altså bogstavet R i en formel, hvor du kan regne alt muligt ud, men det er også en modstand rent fysisk, som stopper elektricitet.

Stopmotion bliver i første omgang afvist som useriøst af Danielle.

"Det vi lavede med stopmotion, der gik meget leg i den hen ad vejen, hvor vi ikke tog det så seriøst. Vi brugte rigtig meget tid på det, men det var mere sjovt end spændende".

Stopmotion deler vandene, nogle går all-in i den legende tilgang, nogle afviser fuldstændigt tanken om at forbinde læring med leg. Der var enighed om at en strammere tidsplan ville gøre, at de tog det mere seriøst. Med Astas ord

"For hvad havde vi, 3 eller 4 lektioner og så sidder man bare og sløser med det. Ja, for så tænker man, man har god tid og så behøver man ikke lave noget hele tiden – og så lige pludselig, så har man travlt".

Ved nærmere eftertanke, var der dog enighed om at man godt kunne få udbytte af stopmotion.

Esther *"Det var egentligt fint, det der med at man skulle tænke på en anderledes måde at beskrive det på, hvad var det det hed?"* Danielle *"Sådan en analogi."* Esther *"For så kan man måske bedre forstå det, end når det er noget man lige beskriver med normale ord."* Iris fortsætter *"Det der med at være kreativ, at skulle tænke selv og selv finde på, det sætter jo også bare noget i gang"* Nu kom Tine også på banen *"jeg synes bare, at al det der tavle-undervisning, det kan blive så tungt. Jeg ville helst bare have, at det var sådan hér, at man eksperimenterede mere, men det er bare min holdning."*

Fokusgruppe 2

Carin, Berit, Anna tilhører gruppen af veltilpassede boglige elever. Jeg forestiller mig, at de alle anser sig selv som fagligt engagerede, men jeg kunne også godt forestille mig, at Berit og Anna vurderer sig selv som socialt ambivalente. De talte også frit, men der var ikke den samme dynamik som i samtalen med fokusgruppe 1. Carin, Berit og Anna svarer mere hver for sig, lytter mere frem for at samtale.

De fortæller, at en vigtig årsag til valget af fysik er en grundlæggende nysgerrighed og et behov for at forstå den omgivende verden. F.eks. siger Anna:

"Jeg synes, det var meget det der med, at jeg gerne ville have en dybere forståelse af, hvorfor ting er, som de er. F.eks. det der med: muren den er rød, fordi der er nogle farver, der bliver absorberet og reflekteret og sådan noget og det er der derfor, den er rød. I stedet for at, den er rød, fordi det er den farve mursten har. Det der med, at man får det dybere lag i, hvorfor tingene fungerer, som de gør."

Anna gider ikke lære noget, der ikke er spændende eller ikke interesserer hende. Motivation kan komme hen ad vejen med forståelsen. Elever forlanger, at de erfaringer de gør sig, skal give mening (Niepert og gropengisser, 2014).

Carin: *"og når man så får forståelse for det, så kan det være, man også synes, resten også bliver spændende, fordi man så kan se, at der er sammenhæng i det"*.

Rotgans og Schmidt (2017) understøtter dette synspunkt. Forfatterne diskuterer sig frem til at den flygtige situationsbestemte interesse, der ifølge dem, er biologisk betinget, er årsagen til at videnstilegnelsen overhovedet opstår. Som en sideeffekt af at vi tilegner os viden, udvikler vi gradvist personlig interesse. Årsagen er ifølge forfatterne, at mestring ændrer vores personlige verdensbillede. Det der før var uddifferentieret og ligegyldigt bliver en kilde til begejstring og muligheder. Oplevelsen af mestring sætter sig som en positiv følelse over for det område eleven mestrer (Rotgans og Schmidt, 2017). Det er værd at bemærke, at viden er omdrejningspunkt for begge typer af interesse og det understreger dermed den centrale betydning viden har i denne hypotese. Rotgans og Schmidt foreslår, at videnstilegnelse er den centrale mekanisme, der ligger til grund for udvikling af personlig interesse og situationsbestemt interesse er forløberen for videnserhvervelse. Situationsbestemt interesse opstår, hvis en person bliver bevidst om, at denne mangler viden i forhold til et emne. Eleven vil som konsekvens heraf udvise en informationsøgende adfærd for at lukke det erkendte videns gab. Måske kan læreren her hjælpe eleven ved at være et

Situationsbestemt interesse, personlig interesse og motivation (Chen, 2002)

Situationsbestemt interesse refererer til de karakteristika i en aktivitet, der trækker en respons hos eleven.

personlig interesse referer til en individuel psykologisk disposition for aktiviteten.

Situationsbestemt interesse og personlig interesse har betydelig indflydelse på elevens motivation for læring. Når en person er fuldstændig motiveret af personlig interesse kommer eleven i flow (Dohn, 2014) og eleven bliver fuldstændig et med opgaven.

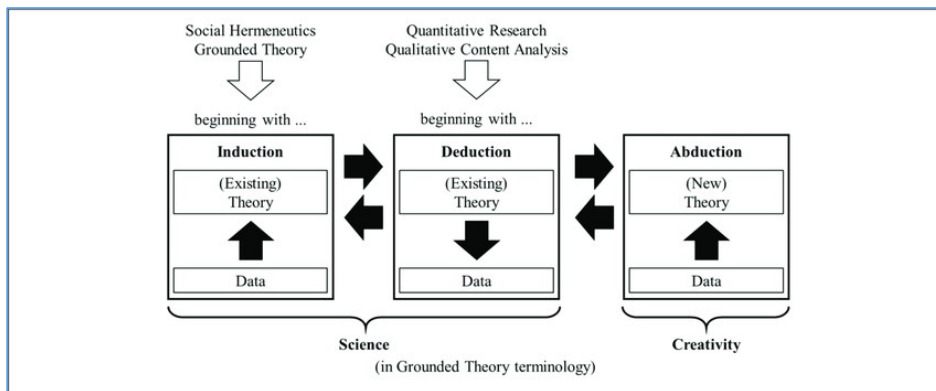
skridt foran og føde eleven med autentiske dilemmaer i læringsituationen og anviser redskaber til at undersøge dem. Afdækning af learning demand i læringsituationen (Niebert og Gropengisser, 2014) bliver dermed et centralt redskab i udvikling af motivation. Dette giver anledning til overvejelser af, hvordan den konceptuelle udvikling gennem stopmotion kan stilladseres, så der til stadighed sker videnstilegnelse undervejs i læringsprocessen.

Tilbage til fokusgruppeinterviewet. Eleverne slår til lyd for at teori er indgang til læring. God læring er hypotetisk deduktiv læring.

Anna "Så tænker jeg de der formler, de der helt centrale formler, de er ligesom grundlaget for alt det andet, så det giver bare mening, hvis man forstår de formler, synes jeg." "Jeg synes, det er fedt det der, når man gennemgår tavle. Altså når man gennemgår formler på tavlen og får dem udledt og sådan noget, for så kan man se, hvor de kommer fra og hvordan de er bygget op. Jeg synes, det er fedt, når jeg har lært de her formler og sådan virkelig forstår dem og så kan regne lidt opgaver i dem – altså ikke for mange, for det er kedeligt – men en lille smule. (grin). Så komme ind og lave nogle forsøg, som har relevans til de her formler, for så kan man også se, hvordan man rent praktisk kan bruge dem."

Berit "Jeg tror, jeg lærer mest noget af at læse noget, måske gennemgå det sammen og så lave opgaver i det. Ikke sådan det praktiske, det skal være teoretisk."

Carin: "Jeg tænker... få alt det teoretiske ned, virkelig forstå det teoretiske og så se om man kan få det ført ud og så forstå, hvorfor der sker et eller andet i et forsøg på baggrund af teorien. Så "basically" det samme, som hun (Berit) sagde, bare så også med en praktisk del bagefter."



Figur 37 Induktion, deduktion, abduction og deres anvendelse (Baur 2019)

Jeg vender kortvarigt blikket mod den videnskabsteoretiske metodik for at forstå min egen praksis i forhold til elevernes tilgang til læring. Jeg vil argumentere for at min praksis vedrørende Stopmotion og gøre brug af den abduktive metode i Bauer's (2019) forståelsesramme. Det skal med det samme bemærkes, at der findes ikke nogen entydig definition af abduction i Pierce's begrebsapparat og der er ikke fuldstændig konsensus om, hvad abduction er. Bauers forståelsesramme er således ikke den rigtige, endsige den vedtagne. Pierce undersøgte begrebet i gennem en lang periode, men efterlod, som nævnt, ikke nogen entydig definition af begrebet.

Pierce kan citeres for at

“abduction is the process of forming explanatory hypotheses. It is the only logical operation which introduces any new idea”.

og videre for, at abduktion er

“all the operations by which theories and conceptions are engendered”. (Pierce, 1931–1958 i Douven, 2017).

I Bauer's (2019) fortolkning skal abduktion opfattes som en kreativ proces, der kan blive genstand for videnskabeliggørelse gennem afestning med hypotetisk deduktiv metode og konfirmation gennem den induktive metode. Jeg vælger at benytte Baur's (2019) begrebsramme, fordi den er anvendelig til at belyse og nyfortolke min praksis med stopmotion. I denne optik er abduktion noget med at se efter et mønster i et givet fænomen og forslå en hypotese herudfra. Placeringen af jordens kontinenter og deres form har ført til hypotesen om, at de har hængt sammen. Det ses, at Afrika/Europas vestlige kystlinje passer som "puslespilsbrikker" med Syd- og Nordamerikas østlige kystlinjer. Ved hjælp af abduktion opstillede Wegener hypotesen om kontinenternes drift i forhold til hinanden, der senere førte til teorien om pladetektonik. Bemærk, at der ikke eksisterede nogen etableret teori, der kunne give belæg for hypotesen i Wegeners samtid.

I Baur's forståelsesramme kan både abduktion, deduktion og induktion bidrage til konceptuel udvikling. Abduktion handler om at finde den bedst mulige konceptuelle forståelse af fysiske observationer og målinger. Deduktion består i at udvikle hypoteser baseret på plausible teoretiske præmisser, der kan testes. Induktion tager udgangspunkt i data og analyserer hvilken teori, der giver det bedste fit til data (Baur, 2019). Teorien om drivhuseffekten bygger i den optik på en induktive undersøgelse, der har vist en korrelation mellem temperatur og CO₂. Forskernetværket reflekterede over det og fandt at en kendt mekanisme/teori, atmosfæriske gassers absorption af stråling giver den bedste forklaring på det observerede mønster. Data bidrager også med det empiriske datagrundlag for abduktion eller evidens af den hypotetiske deduktion (Staat, 1993). I Pierce's forståelsesramme kan der kun ske ny erkendelse gennem abduktion (Yu, 1994). I stopmotion aktiviteten i ellære forløbet, får eleverne til opgave frit at bygge en konceptuel model op på grundlag af målinger af strømstyrke, resistans og spænding i et givet kredsløb. I den forstand er stopmotion en abduktiv læringsproces, der minder om den kreative erkendelsesproces i de videnskabelige netværk.

For Peirce, progress in science depends on the observation of the right facts by minds furnished with appropriate ideas (Tursman, 1989).

Tilbage til resultaterne - Stopmotion, havde været en dårlig oplevelse for alle tre, men mest for Berit og Anna.

Carin: *“jeg havde ikke fået nok teori til at kunne lære det eller lave det, så det var ordentligt”.*

Dette statement peger på, at Carin i denne situation er orienteret mod præstation frem for mestring (Nielsen, 2016). Berit foretrækker teori som den i hendes optik mest effektive form for læring.

"Det emne, vi havde om, det var fint nok, vi forstod det, men så havde vi om det emne bagefter og så kunne vi ligeså godt bare have læst bogen og så havde vi lært det."

I en anden sammenhæng siger hun

"Jeg kan godt lide, at der er lidt mere struktur, måske lidt mere teori og så kan jeg godt lide, at der er nogle faste rammer."

Hun bryder sig ikke om læringsprocesser, hvor hun kommer ud af sin komfortzone. Anna var slet ikke begejstret:

"Jeg synes, det er SÅ træls at lave sådan noget film-noget – og det er ligegyldigt i hvilket fag. Jeg kan ikke være kreativ på den måde, der kommer ikke nogen gode ideer, det er sådan, der bliver bare lukket."

"Jeg synes ikke, det er tidsspild, jeg synes bare, det er en træls måde at bruge sin tid på. Jeg synes virkelig stopmotion, det er irriterende. Det er fordi det er det der med, så skal du selv komme på en ide, så skal du udføre den og så skal du klippe og så skal du klistre og så skal du modellere og så er der et eller andet, der går galt og så virker dit program ikke og så skal man have det hele over i et nyt program og så...."

Kritikken er virker følelsesladet, når samtalen kommer ned på papiret. Det skal derfor bemærkes at stemningen var hyggelig og rar hele tiden under begge interviews. Jeg var opmærksom på at trække mine følelser ud af interviewet og være neutral, til gengæld bad jeg eleverne uddybe, når de var følelsesladede, for at komme bag om følelserne. Jeg opfatter kritikken som oprigtig. Anna føler at jeg har brudt kontrakten. Hun opfatter ikke aktiviteten som hørende hjemme i fysik. Så det er hende magtpåliggende at forhandle en god kontrakt for Fysikundervisningen, i det kommende skoleår (2019-2020). Anna fortæller senere, at hun faktisk godt kan lide at være undersøgende og løse åbne problemstillinger, hvis hun føler ejerskab til opgaven og hun vil gerne mestre det, hun går i gang med. I hendes SRO opgave vedrørende det skrå kast havde hun blod på tanden og gik mere i dybden med opgaven, end hun havde behøvet.

"Jo, det var fordi jeg havde den der formel. Det var fordi, jeg jo synes, det ville være spændende det der med, at den der kraft havde en indvirkning på, hvor langt den der bold kom. Fordi jeg synes ikke rigtigt, det var nok i bare at beskrive den på vinklen, fordi jeg synes ikke, det er nok til at beskrive kastet. Så var det jeg tænkte, at jeg også gerne ville have det der med den der kraft på kanonen med. Det var jo heller ikke noget, jeg havde tænkt, jeg ville, men det var fordi jeg synes, det kunne være fedt, fordi jeg synes, der mangler noget. Så var det det, jeg tænkte, vi putter det ind, for at jeg ligesom syntes, der var fyld nok på. Jeg følte ikke, min opgave ville være færdig, hvis jeg ikke havde det med"

Hun havde beskrevet det skrå kast ved hjælp af den videoanalyse, hun havde indsamlet data og repræsenteret dem matematisk, ved hjælp af stedfunktioner for hhv. x- og y-retningen. Anna har fundet en empirisk sammenhæng søger efter en teori, der kan danne forståelsesramme/være årsagsforklaring på den empiriske sammenhæng. Jeg havde givet hende et par hints og fortalt hvor hun kunne læse mere om det, hvilket gjorde, hun havde redskaberne til at løse problemstillingen. Anna havde nu en ide/en procedure der kan bruges til at bestemme sammenhængen mellem kraft og sammentrækning af fjeder og relatere denne kraft til den empiriske sammenhæng. Anna bringer, i Baur's terminologi, den induktive metode i anvendelse i problemløsningen. Der er altså noget der tyder på, at det er den abduktive metode, som Anna tager afstand fra. Hun har tydeligvis sat hælene i og bestemt sig for at det er træls og så er der bare ikke noget at gøre. Måske har jeg ikke givet hende tilstrækkelig stilladsering til at

kunne løse opgaven (og hun har måske ikke efterspurgt den) i forhold til metoden (analogical scaffolding), ligesom det kan have været et problem, at hun ikke mestrer stopmotion teknikken., måske skal stopmotion aktiviteten drejes, så man anvender en induktiv tilgang i problemløsningen. Det spørgsmål vil jeg tage op i afsnittet om, hvilke perspektiver opgaven her kan give for min praksis vedrørende stopmotion.

Diskussion

I opgaven har jeg beskrevet teorien og undersøgt hvordan mine undervisningsaktiviteter indpasser sig i forhold til min teoretiske grounding. Jeg har afdækket den konceptuelle forståelse i eleverne stopmotion produkter og indtænkt hvordan jeg kunne give eleverne formativ feedback med det formål at facilitere konceptuel udvikling. Jeg har analyseret elevfeedback på stopmotion-aktiviteten og indlejret dette i det samlede ellære forløb set i lyset af elevernes sociale og faglige tilpasning til gymnasieverdenen. I dette kapitel præsenterer jeg forslag til, hvordan min praksis kan nytænkes med udgangspunkt i mit teoretiske afsæt, analyser af elevudbyttet samt elevernes feedback.

Opsamling på resultaterne

Analyse af stopmotion produkterne viste, at de enkelte scener i gruppernes Stopmotions animationer ikke altid var sammenhængende. Elevernes skemaer er ret løse og bygger på en blanding af naiv fysik og naturvidenskabs fysik. En del af grundbegreberne er ikke bragt i spil og eleverne forholder sig ikke altid til forsøgsresultaterne (Chi, 1981).

På trods af, at eleverne generelt oplever, at de har fået udbytte af forforståelsesaktiviteten og undervisningen i kernestof, har de ikke udviklet en fuldstændig naturvidenskabelig konceptuel forståelse af ellæren. Dette resultat bekræfter relevansen af at facilitere konceptuel udvikling gennem målrettede undervisningsaktiviteter.

Stopmotion aktiviteten har givet et værdifuldt indblik i elevernes konceptuelle udvikling og man kan fremadrettet give eleverne feedback gennem metoden analogisk stilladsering. Eleverne kan reformulere mangelfulde skemaer på basis af nye målinger og beregninger eller reformulere inkonsistente skemaer ved at bevidstgøre indre logiske brist i deres mentale modeller. Man kan desuden bede eleverne formulere helt nye tegn for ubenyttede grundbegreber. Der er eksempler på at eleverne har fastholdt prekonceptioner, blandet andet ideen om at det elektriske kredsløb er sekventielt og ideen om at ladninger skaber energi, når de støder sammen.

Det fremgår af elevfeedbacken, at en del elever efterlyser mere stilladsering og en bedre timing i animationsprocessen. Den abduktive metode, som den er defineret i resultat-kapitlet, bringes i anvendelse i Stopmotion aktiviteten. Der er frit spillerum for hvilke analogier eleverne bruger til at forklare den valgte problemstilling. Det er i den forstand en åben og kreativ læringsproces. Den billedmæssige repræsentation kan være en vej til meningssættelse. Pointen er, at man med udgangspunkt i ligheder repræsenterer virkeligheden ved at se bort fra nogle sider og koncentrerer sig om andre, en proces som kombinerer faglige overvejelser med personlig stillingtagen (Dolin 2001). Læring gennem kreative processer forudsætter velkendte kognitive færdigheder som kreativ fleksibilitet (evnen til bevidst eller ubevidst at skifte fokus) og såkaldt 'inhibitorisk kontrol', der sikrer, at man holder fokus på opgaven, der skal løses, selvom man fejler

første gang, man forsøger at løse opgaven eller hvis opgaven begynder at kede en. Den evne hænger sammen med evnen til impuls kontrol, at holde fokus på noget i omgivelserne uden at blive overvældet af andre stimuli (De Haan, 2009). Hvis eleverne ikke holder fokus er det sandsynligt at de bliver frustrerede eller begynder at kede sig. Hvis det sker hver gang de laver noget kreativt, kan man godt forestille sig at de mister motivationen for kreativ læring.

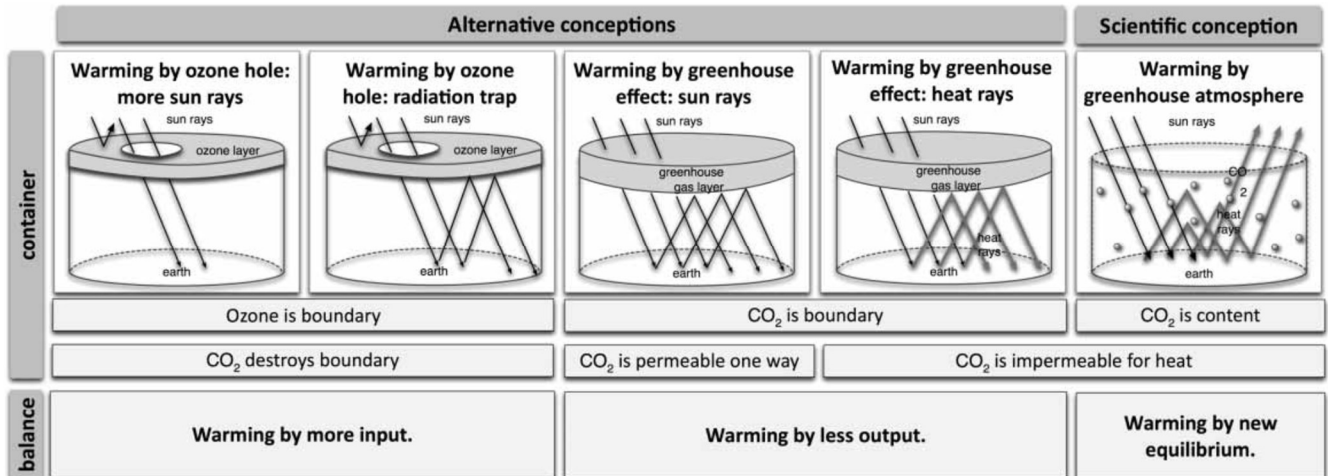
Resultatet fra spørgeskemaet viste at 6 personer helt eller delvist mangler motivation for at arbejde med stopmotion. Feedbacken fra eleverne tyder altså på at stopmotion deler vandene. Nogle har "Growth mindset" og andre har "Fixed mindset". (Dweck, 2015). Jeg kan have været for tilbøjelig til at prøve at skabe fremdrift ved at være positiv og anerkendende i stedet for at hjælpe eleverne med at finde ud af, hvordan de konkret kunne gøre fremskridt. "Bare I gør en indsats, så går det nok" lukker ikke læringsgab (Dweck, 2015). Fokusgruppe interviewet gav anledning til at høre om eleverne havde ideer til indsnævring af læringsgab.

Carin finder, at gabet mellem forståelse og problemformulering er for stort til, at hun kan løse opgaven og dermed mister hun motivationen. Hun foreslår, at motivation og interesse kan opstå hen ad vejen med forståelse for, hvad opgaven går ud på og hvordan den kan løses og måske også i forståelsen af hvorfor den er lærerig. Man kan finde belæg for hendes synspunkter i teorien (Rotgans og Schmidt, 2017)

For Carin, Berit og Anna er det udbyttet, målt som effektiv læring, der driver dem, selvom de ikke nødvendigvis har den samme opfattelse af, hvad udbytte er. Pilen fra god til dårlig undervisning går fra "spændende og lærerigt", over "kedeligt men lærerigt" til "sjovt uden at være lærerigt". Anna tager afstand fra, at hun selv skal udvikle et koncept mere eller mindre fra bunden med afsæt i forforståelse og målinger. Hun fortrækker en mere induktiv tilgang, hvor hun har mulighed for at finde værktøjerne til at analysere og konceptualisere det elektriske fænomen, hun har eksperimentel viden om.

I det følgende anvender jeg selv en induktiv tilgang i forhold til feedbacken og ser mig om efter en metode, der vil kunne tilfredsstille målsætningen om at eleverne mere effektivt udvikler fuldstændige naturvidenskabelige skemaer til at analysere og forstå elektriske kredsløb. Hvordan kan eleverne mere målrettet udvikle brugbare analogier for strømstyrke, potentiale, modstand, batteri? Hvordan kan jeg give eleverne et sammenhængende input domæne til analogisering af elektriske fænomener gennem stopmotion? Spørgsmålene rammesætter en metodisk bevægelse væk fra det abduktive hen mod det induktive.

Den såkaldte eksperimentalisme kunne være et svar på, hvordan man kan stilladsere den konceptuelle udvikling (Niepert og Gropengisser, 2014). Forfatterne har afprøvet metoden til konceptuel udvikling af skemaet for drivhuseffekten, ud fra en erkendelse af, at vi mennesker forstår den mesoskopiske verden, mens den makroskopiske og mikroskopiske kræver analogier. Forfatterne tager afsæt i embodiment teorien og forsøget på at give den en grounding i det sensomotoriske system, idet de antager, at fysiske billedskemaer er forankret i det sensomotoriske system og at abstraktion trækker på fysiske billedskemaer, der afbildes i abstrakte koncepter.



Figur 38 koncepter for globalopvarmning pga. af Container og balance billedskemaer

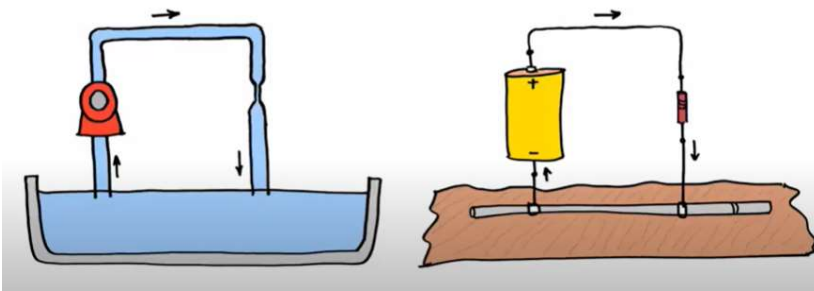
Undersøgelsesspørgsmålet for metoden eksperimentalisme kan koges ned til

- Hvilke koncepter om det fysiske system har forskernetværk og hvilke prækonceptioner har eleverne?
- Hvilke kropsliggjorte skemaer udgør kildedomænet for elevens forståelse og for den naturvidenskabelige forståelse af det fysiske system?
- Hvordan kan eksperimentelle processer afføde en mere fuldstændig forståelse for det fysiske forsøg?

Som undersøger/lærer sætter man sig i en dobbeltrolle i en rekursiv proces. Man identificerer elevens konceptuelle ståsted og motivationsvindue, samtidig med at man tilrettelægger undervisningsaktiviteterne, så de baseres på elevens forudsætninger for læring (konceptuelt ståsted og motivationsvindue).

Med afsæt i eksperimentalismen kan jeg nu skitsere et konceptuelt forløb, hvor jeg

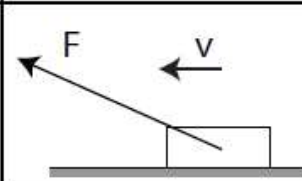
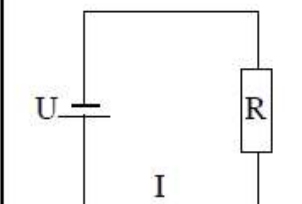
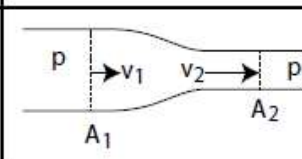
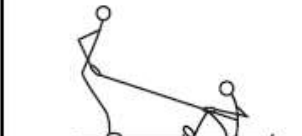
- Gør brug af eksperimentalisme dels til at facilitere udvikling af skemaer for input domæner dels til at analogisere dem til det elektriske kredsløb (Strømstyrke, spænding, resistans, batteri).
- Lader eleverne undersøge et selvvalgt fænomen/begreb/komponent (transistor, effekt, LED, kapacitor, to pærer i serielt kredsløb, parallelforbindelse mv. gennem målinger af strømstyrke, spænding, resistans.
- Lader eleverne blende deres elementære analogier over i komplekse repræsentationer af de fænomener/begreber/komponenter, de har valgt at arbejde med ved hjælp af stopmotion.



Figur 39 https://www.youtube.com/watch?v=Lvp_a_JkD2o Ladning (coulomb) svarer til Vandvolumen (liter), Strømstyrke er ladning pr tid (ampere) svarer til vandføring er volumen pr tid (liter pr sekund), spænding er energi pr ladning (Volt=joule pr coulombs) svarer til tryk er energi pr volumen (pascal=joule pr kubikmeter)

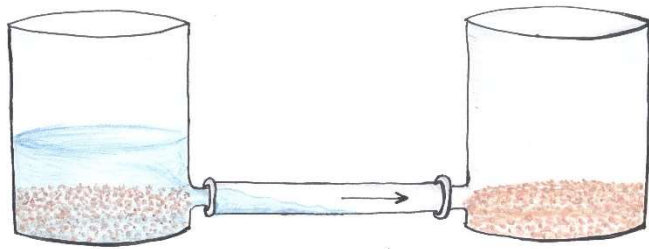
Udvikling af grundskema for elektrisk kredsløb via vandanalogi

Udgangspunktet for forståelse af det elektriske kredsløb er små forøg med vand. Jeg vil forlænge en for eleverne kendt analogi, potentienergi i tyngdefelt, over i en hydraulisk model med fokus på den mekaniske energi, som beskrevet i Bernuilli ligningen. Jeg adopterer begrebsanalysen (Bruun og Frederiksen, 2016), hvor p-primen effort-resistance-flow, er de mentale byggeklodser, der kan beskrive de fysiske størrelser og deres relationer i det elektriske kredsløb og det hydrodynamiske kredsløb.

Domain	Effort (symbol [SI unit])	Flow (symbol [SI unit])	Resistance	Prototypical system
Linear mechanics	Force (F [N])	Velocity (v [m/s])	Mechanical resistance (Rasmussen, 1994)	
Electric circuits	Voltage (U [V])	Current (I [A])	Electrical resistance	
Hydrodynamics	Pressure (P [Pa])	Volumetric flow rate (Q [m³/s])	Pipe resistance (Lautrup, 2011)	
Embodied	Kinaesthetic sensation of applying effort	Kinaesthetic sensation of flow	Felt resistance	

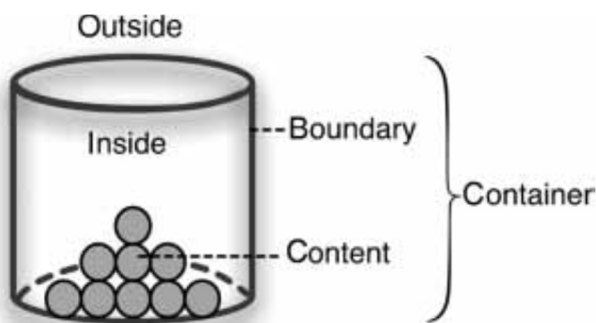
Figur 40 Bruun og Frederiksen, 2016

1 Forsøgsrække - Batteri



Figur 41 Vandanalogi for batteri

Elever får udleveret 2 cylindriske vandglas med udtag i bunden. De fylder ens mængder sand i begge beholdere. De fylder den ene cylinder op med vand til overfladen af sandlaget og fordobler derefter vandmængden i beholderen. Vandbeholderen er en materialisation af billedskemaet container. Eleverne bliver bedt om at analogiserer beholderne som den negative og positive pol af batteriet, vandet svarer til negativ ladning og sandet svarende til positiv ladning. De to beholdere forbindes med en slange. Det overskydende vand fra den ene vandbeholder flyder over i den anden vandbeholder, indtil vandet lige netop dækker sandlaget svarende til, at de overskydende negative ladninger bevæger sig fra batteriets negative pol til den positive pol, indtil der er ladningsbalance i begge beholdere. Eleverne laver på den måde konceptuel udvikling af clashing modellen, som jeg genkendte i nogle elevers forforståelse af det elektriske kredsløb og i en af gruppernes stop motion. I forsøget blendes den med balanceskemaet: det overskydende vand, dvs. den negative overskudsladning søger mod den positive ladning (sandlaget i beholder 2), indtil sand og vand udligner hinanden.



Figur 43 Container billedskema



Figur 42 Balance billedskema

2 Forsøgsrække - Effort -> tryk

Det naturvidenskabelige grundlag for vandanalogien er følgende:

Elektrisk potential er defineret som det arbejde, der udføres på en ladningsenhed af en elektrostatisk kraft for at bringe det fra A til B.

$$Potential = \frac{Arbejde}{Ladning} = \frac{Energi}{ladning}$$

Tryk er defineret som det arbejde, det kan udføre på omgivelserne pr. Volumenenhed.

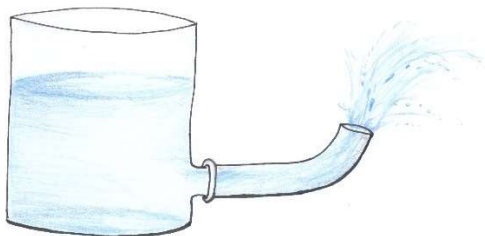
$$tryk = \frac{Arbejde}{Volumen} = \frac{Energi}{Volumen}$$

Det ses, at volumen er ækvivalent med ladningen i det elektriske system. Det hydrostatiske tryk er relateret til kraften, som vandet udøver i alle retninger. Kraften er proportional med højden af vandsøjlen og er dermed relateret den gravitationelle potentielle energi. Den potentielle energi omdannes populært sagt til trykenergi ned gennem et vandvolumen.

$$tryk = \frac{kraft}{areal} = \frac{masse \cdot tyngdeacceleration}{areal} = densitet * tyngdeacceleration * højde$$

Figur: Beholder med studs i bunden påmonteret en vandslange

Højde - tryk - effort



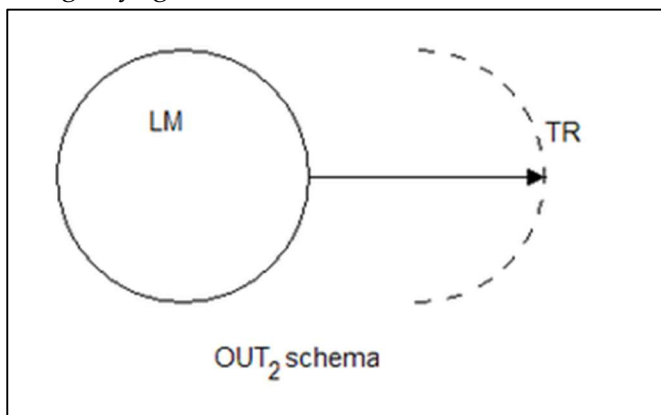
Figur 44 Højde - tryk - effort

Eleverne mærker på tryk, når vandslangen hæves til overfladen og sammenligner med tryk i bunden af beholderen. Eleverne får erfaring med at vandtrykket kan omdannes til højde, som de i forvejen relaterer til skemaet potentiel energi. Det konceptuelle udviklingspotentiale er, at tryk er forbundet med højde, som er forbundet med energi og at tryk er forbundet med effort.

Tryk er isotropt

Elever skal lade slangen pege i alle retninger og mærker på vandets tryk. Eleverne erfarer, at trykket føles ens uanset hvilken retning vandslangen vendes.

Eleverne kommer med en opfattelse af, at vand løber nedad, som et blend fra skemaet potentiel energi i tyngdefeltet med et skema for nedadrettet bevægelse.



Figur 45 Johnson, 2013. Billedskemaet er en variant af out skemaet der bruges i den situation, hvor stof spredes sig ud fra en klart defineret container

Det antages at eleverne bruger "out 2 billedskemaet" (Johnson, 2013). Billedskemaet er en variant af out skemaet, der bruges i den situation, hvor stof spredes sig ud fra en klart defineret container. Billedskemaet er input space for vandet, der spredes sig ud fra vandslangen, analogt med ladning, der spredes sig ud i metallisk stof fra batteriet.

Det Konceptuelle udviklingspotentiale er, at når eleverne erfarer, at vand under tryk både kan tage bevægelsen op, ned, til højre og til venstre udvikler op->ned skemaet sker der en layering på op->ned skemaet til et op<->ned foran<->bag skema.

Sammenfattende udvikles skemaet for potentiel energi til det mere abstrakte effort flow skema gennem kobling med sansning på det mesoskopiske niveau. Eleverne aktiverer billedskemaer, der er grundlag for analogisering af tryk over i et skema for elektrisk potential. Efter den eksperimentelle aktivitet bliver eleverne bedt om at dokumentere deres analogier gennem tegninger, som de forklarer og oversætter til andre grupper.

3 Forsøgsrække - Potentiale

a) Det ikke sekventielle kredsløb

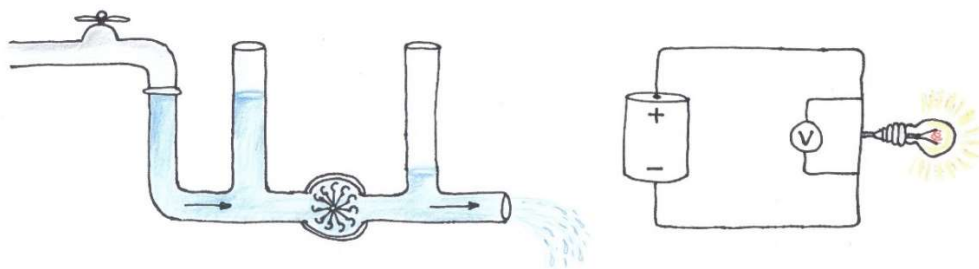
Billedtekst: **vandanalogi:** Vandhane, klar vandslange med huller i, studser, glasrør, vandhjul i midten af vandslange -> **elektrisk kredsløb:** batteri, ledning, glødepære, multimeter.

Eleverne observerer, at når hanen drejes, kommer vandhjulet i bevægelse i samme nu. Eleverne reflekterer over, at det vand, der presses ud af hanen, ikke kan bevæge sig rundt i vandhjulet i samme nu, men at den momentane bevægelse af vandhjulet skyldes, at trykket forplanter sig til hele ledningen med stor hastighed, når hanen drejes. Hvis eleverne sætter en hånd for enden af slangen, mærker de trykket, også selvom vandet står stille.

Eleverne observerer tilsvarende, at når batteriet tilsluttes det elektriske kredsløb, lyser pæren i samme nu. Eleverne reflekterer over, at de elektroner, der løber ud af den negative pol, ikke kan

bevæge sig gennem glødetråden og få den til at lyse i samme nu batteriet tilsluttes, men at det momentane lys skyldes, at potentialet forplanter sig gennem ledningen med stor hastighed. Da tryk er energi pr volumen, sker der altså en lynhurtig forplantning af potentiel energi til hele kredsløbet.

b) Potential og energi



Figur 46 Potential og energi

Eleverne observerer, at vandstanden i det lodrette rør efter vandhjulet er lavere end vandstanden i det lodrette rør før vandhjulet. Trykenergien omsættes til bevægelsesenergi i møllehjulet. Når trykkraften får vandhjulet til at bevæge sig, aftager trykket i vandet. Tilsvarende observeres, at potentialet i det elektriske kredsløb er større før pæren end efter pæren.

Energi er "contained" i vandhansens vandvolumen. Med den vitale relation "change" kan energien transplanteres til vandvolumenet i slangen. Det er det samme vand, der er i slangen, men det har fået attributten energi. Energi kan bevæge sig over i containeren vandhjul og ændrer identitet fra tryk energi til bevægelsesenergi igen gennem den vitale relation change. Det er det samme vandhjul, der nu har fået attributten bevægelsesenergi, mens vandet har mistet en tilsvarende mængde trykenergi. I den nævnte overgang er den vitale relation change rammesat af balance skemaet.

c Potential og vandhøjde

Eleverne observerer, at når man drejer på hanen, forøges vandstanden i de lodrette rør og vandhjulet drejer hurtigere rundt. Tilsvarende observerer de, at når man sætter et kraftigere batteri ind i kredsløbet forøges potentialet, pæren lyser kraftigere. Eleverne reflekterer over, at der kan være forskellige mængder energi i containeren volumen og tilsvarende, at der kan være forskellige mængder energi i containeren ladning.

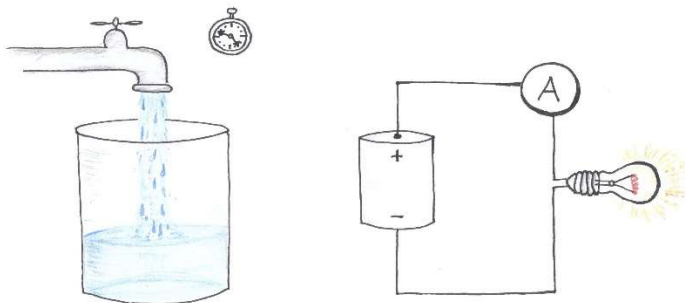
Stof(vandvolumen) er "cuet" af, at det forstås, som den måde tyngfeltet virker på stof, dvs. stof forbindes med effort. Det abstrakte skema for vand stilladseres med kropsliggjorte erfaringer, omend skemaet for vand fører til, at objekter forveksles med relationen mellem objekter. Ved analogiseringen kan man overveje, hvordan man kan komme uden om, at ladning forveksles med effort. Hvis man bliver i termonologien, har eleverne været genstand for en konceptuel udvikling båret af den vitale relation change. De har samme identitet og container, men de ser verden og

analyserer verden på en anderledes måde. De har analogiseret potentiale med udgangspunkt i sansede erfaringer af tryk og et direkte afledt naturvidenskabeligt skema for tryk. Eleverne har analogiseret tryk ud fra potential gennem følgende mentale processer.

1. Tryk og potential har det tilfælles at begge er forbundet med energi.
2. Ladning i det elektriske kredsløb er analogt med vand i det hydrodynamiske system.
3. Tryk er energimængden i et vandvolumen og potential er energimængde i en ladning.

Eleverne anvender i begge tilfælde billedskemaet container, vand er en container for energi i det hydrodynamiske kredsløb, på samme måde er ladning en container for energi i det elektriske kredsløb.

4 Forsøgsrække - Strømstyrke, modstand og spænding



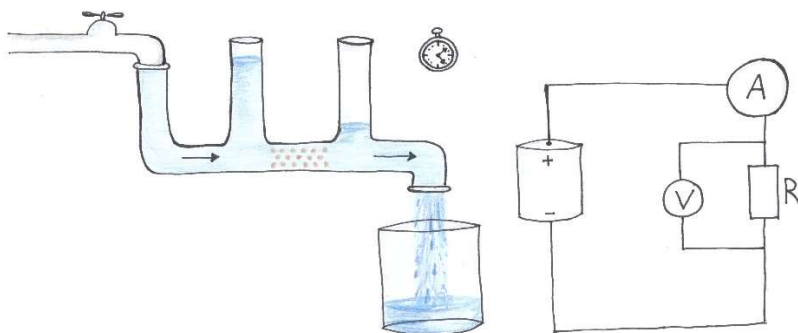
Figur 47 Vandføring - strømstyrke

a) Vandføring - strømstyrke

Vandføring måles med spand og stopur, strømstyrke måles med amperemeter. Elever bliver bedt om at analogisere strømstyrke ud fra vandføring.

b) Hydraulisk modstand - elektrisk modstand

Elever observerer, at vandstanden i de lodrette rør falder med afstanden fra vandbeholderen pga. hydraulisk modstand analogt med at spændingen falder med afstanden fra batteriet pga. den elektriske modstand i lederen. Elever observerer, at trykhøjden i de lodrette glasrør falder kraftigt efter sandstykket. Elever observerer at den hydrauliske modstand afhænger af porediameter/kornstørrelse.



Figur 48 Hydraulisk modstand - elektrisk modstand

c) Potential - modstand - strømstyrke

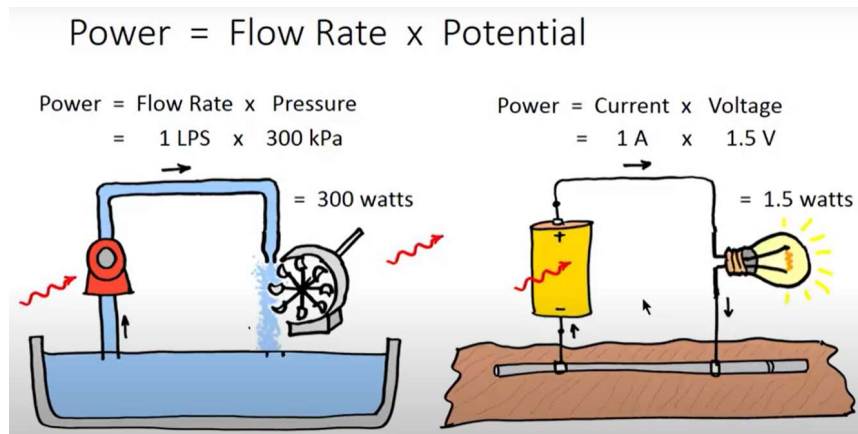
Eleverne observerer, at vandføringen er proportional med tryk i vandhanen og omvendt proportional med kornstørrelsen ($Q=P/R$). Eleverne observerer, at strømstyrke er proportional med spænding og omvendt proportional med resistans. ($I=U/R$). Eleverne bliver bedt om at finde en forskrift for Q og I .

Forlængelse over i stopmotion

På grundlag af basis analogi kan man bede elever blende, lave analogier for afledede begreber (effekt, resistivitet), komponenter (transistor, sensorer, kapacitor, LED, energisparepære, glødepære) og fænomener (en kontra to pære i serie, parallelforbindelser, karakteristikker af komponenter). Nedenfor ses som eksempel, hvordan elektrisk effekt kan konceptualiseres med en vandanalogi. Det naturvidenskabelige grundlag for analogien er

$$\text{Vandføring} \cdot \text{tryk} = \frac{\text{Volumen}}{\text{tid}} \cdot \frac{\text{Energi}}{\text{volumen}} = \frac{\text{Energi}}{\text{tid}} = \text{effekt}$$

$$\text{Potential} \cdot \text{strømstyrke} = \frac{\text{Energi}}{\text{ladning}} \cdot \frac{\text{ladning}}{\text{tid}} = \frac{\text{Energi}}{\text{tid}} = \text{effekt}$$



Figur 49 https://www.youtube.com/watch?v=Lvp_a_JkD2o ,Effekt som eksempel på et elektrisk fænomen, der kan animeres med stop motion.

Kritik af vandanalogien

De input domæner vi anvender og den måde vi anvender dem på er definerende for den konceptuelle forståelse af det fænomen, vi repræsenterer med analogien (Chi 1981; Gartner, Finkelstein og Podolefski, 2007). Der er muligheder og begrænsninger i alle analogier, ingen analogier er virkeligheden, de repræsenterer kun virkeligheden. Alle analogier fejler derfor i forhold til virkeligheden. Man laver blends og layering for at tilnærme analogierne (det vi kalder sandheden) til virkeligheden. Når man bruger vand som analogi, er der en fare for at eleverne opfatter elektricitet som et stof i stedet for en proces. Hvis elever placerer elektricitet i en forkert kategori hjælper lærerkorrektioner ikke, man må i stedet tilbyde eleverne en proces som inputdomæne til analogien for det elektriske kredsløb (Chi, 2002). Det er altså en forudsætning for læringsudbyttet, at eleverne når frem til, at vandtrykket repræsenterer den potentielle energi i et vandvolumen, at vandtrykket forplanter sig til hele ledningen og kan skabe energi "change" overalt i ledningen på samme tid.

Ny Praksis

Kernestof/projekt arbejde

Nyfortolkning af stopmotion, hvor eleverne hjælpes til at udvikle et basalt naturvidenskabeligt koncept for det elektriske kredsløb gennem vandanalogien, som de bruger til at lave et blend for et elektrisk fænomen.

Nyfortolkning af ellære forløbet

Forforståelse

Forforståelse: den oprindelige udgave af stopmotion aktiviteten har vist sig som et stærkt analyseværktøj til at afdække elevernes prækoncepter samt udvikle kreativitet og konceptuel udvikling, den indplaceres derfor som en forlængelse af de små forsøg med en og to pærer i serie.

Stopmotion 1

Aktiviteten er den jeg allerede har gennemført og som er behandlet i resultat afsnittet og er beskrevet i bilag: vejledning til stop motion. Eleverne får feedback på den måde, der er givet eksempler på i resultat afsnittet.

Kernestof

Den konceptuelle udfoldelse i ellæren sker gennem vandalogien, som beskrevet ovenfor og afsluttes med en stopmotion aktivitet, som beskrevet nedenfor.

Stopmotion 2

I den reviderede stopmotion, hjælpes eleverne til at udvikle et basalt naturvidenskabeligt koncept for det elektriske kredsløb gennem vandalogien, som de bruger til at lave et blend for et elektrisk fænomen.

Jeg tydeliggør, at formatet for videoen er ret åbent, idet eleverne kan:

- a) Tegne og fortælle om basale koncepter i Screen cast eller Stopmotion.
- b) Dokumenterer forsøgsopstilling, fremgangsmåde og forsøgsresultater gennem film/Screen cast
- c) Virkeliggøre det konceptuelle i deres fænomener/problemstillinger gennem Stopmotion

Produktet bliver et hybridformat. En Stopmotion på 3 minutter suppleret med tekst (som en artikel på DR, med videoklip og tekst).

Generelle justeringer af stopmotion aktiviteterne

I de fremtidige stopmotion aktiviteter imødekommes ønsket om mere stram tidsstyring og en bedre stilladsering via milepæle, i form af obligatorisk aflevering af storyboard, klipning som hjemmearbejde mv. Jeg vil desuden skabe et fælles sprog for analogical scaffolding i stopmotion processen og billedskemaer i arbejdet med vandalogien.

Jeg laver en mere finkornet sekventering af stopmotion 2: Eleverne laver skemaer for strømstyrke, spænding og modstand opbygget som den semiotisk trekant: repræsentation, referent og Skema. I denne proces mindskes det forståelsesmæssige gab til at animere den problemstilling, de udvælger.

Jeg uddelegerer ansvaret i gruppearbejdet, ved at lave undergrupper med ansvar for enkelt scener og overgange mellem scener.

Jeg lader grupperne reviewe hinandens story boards. Jeg giver på den måde Anna ideer og inspiration gennem at give feedback til andre.

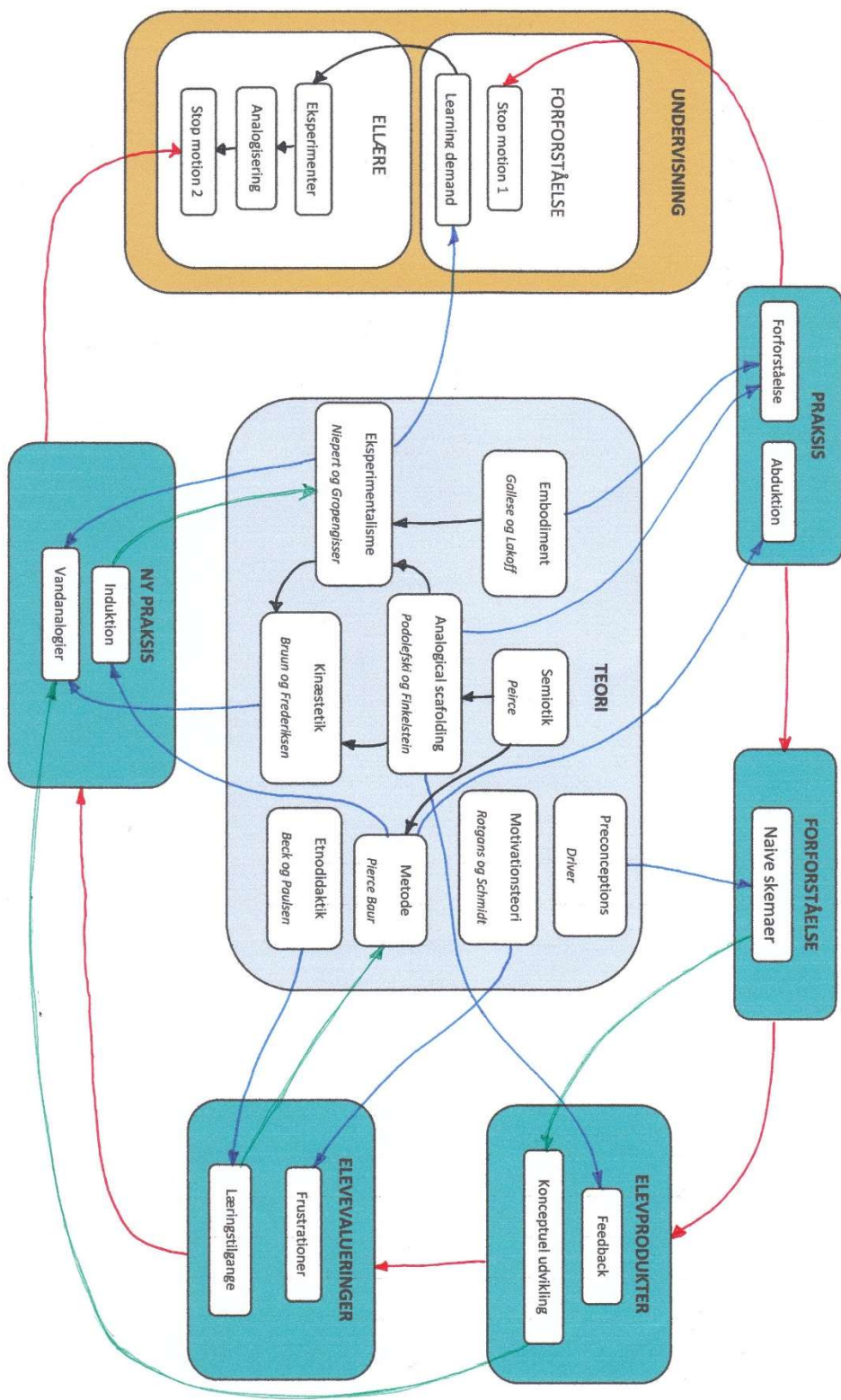
Jeg giver skriftlig feedback og mundtlig feedback på storyboard, kommentering af konsistens akkurathed og simplicity og giver forslag til næste skridt (udvikling af eksisterende skemaer, tilbyde alternative skemaer), som beskrevet i gennemgangen af stopmotion produktionerne i resultat afsnittet.

Jeg lader eleverne evaluere hinanden ud fra en rubric over faglige mål med aktiviteten. Det foregår, ved at hver observatør-gruppe evaluerer animationsvideoen de lige har set på et af 6 bedømmelseskriterier i et fælles dokument. Bedømmelseskriterierne går på omgang, så hver gruppe kommer igennem alle bedømmelseskriterier.

Jeg tydeliggør, at processen er en autentisk vej til at frembringe naturvidenskabelige skemaer, og realiserer autensiteten ved at give arbejdet/produktet et formål ud over erhvervelse af viden ved f.eks.

- 1) At eleverne lægger deres produkter på YouTube.
- 2) At vise dem for en anden klasse.
- 3) At vise dem til forældreaften.
- 4) At lægge dem på skolens Facebook gruppe.

Opsummering



Figur 50 Flowchart, der illustrerer procesforløbet.

Analysen af min nuværende praksis, hvor jeg har indlejret Stopmotion i et traditionelt ellæreforløb med omdrejningspunkt i klassiske eksperimenter, har vist, at stopmotion kan danne udgangspunkt for konceptuel udvikling gennem metoden analogical scaffolding (Podolefsky og Finkelstein, 2007), der har afsæt i den kognitive semantik. Jeg har filtreret min egen praksis omkring brug af stopmotion gennem konceptuel blending, der i opgaven også fungerer som et analytisk/didaktisk værktøj for mig. Ellæreforløbet, der er blevet blændet med teori og resultater, fungerer på den måde som et input space for min egen konceptuelle udvikling. Den traditionelle ellære løser ikke udfordringen med at skabe betingelser for konceptuel udvikling, idet resultaterne afslører en tendens til at elever holder fast i prækonceptioner samt at der er hiatus i elevernes indre konceptuelle landskab (Greeno, 1981 i Dolin, 2001) over ellæren. Resultaterne af en spørgeskemaundersøgelse og fokusgruppe interviews viser at en gruppe af elever i en typisk naturvidenskabelig studieretnings klasse på Tørring gymnasium er tilpasset til traditionelle undervisningsformer og i mindre grad er motiverede for kreative processer. Resultaterne antyder, at eleverne motiveres gennem forståelse og mestring, men også at de synes at blive præstationsorienterede, hvis læringen ikke er, det de opfatter, som effektiv læring. Feedbacken samt en undersøgelse af situationsbestemt interesse og personlig interesse (Rotgans og Smidt, 2017) antyder, at en mere finkornet stilladsering i stopmotion aktiviteten kan forøge interesse og derigennem motivation. Jeg har skitseret, hvordan en eksperimentalistisk tilgang (Niepert og Gropengisser, 2014) kunne fungere som et alternativ til traditionelle undervisningsformer. Udvikling af input space sker i eksperimentalismen gennem design af kvalitative eksperimenter, der kan trække relevante billedskemaer for processer i det elektriske kredsløb. Eleverne udvikler konceptuel viden om det elektriske kredsløb gennem små eksperimenter med vand. Vandanalogien fungerer på den måde som et input space for elevernes konceptuelle udvikling, der blendes med forforståelse og rammesættes af observationer og målinger. Elevernes konstruktionen af mentale modeller sker som bootstrapping, hvor eleverne samtidigt opbygger skemaer for elektriske kredsløb og hydrodynamiske processer. Jeg har, som det fremgår af ovenstående, analyseret mig frem til mere gennemgribende ændringer af min egen praksis, hvor jeg dog bevarer mit oprindelige stopmotion koncept i en forforståelses aktivitet med henblik på at bevidstgøre eleverne om egne prækonceptioner som udgangspunkt for konceptuel udvikling, med elevernes egne valg af inputs pace for blending. Forforståelse har et sigte på at afdække learning demand (Niebert og Gropengisser, 2014).

Referencer

- Baur, Nina. "Linearity vs. Circularity? On Some Common Misconceptions on the Differences in the Research Process in Qualitative and Quantitative Research." *Frontiers in Education*. Vol. 4. Frontiers, 2019.
- Beck, Steen, and Michael Paulsen. *Mangfoldighed og fællesskab: en etnodidaktisk analyse af kursisttilgange og klasserumskultur på HF og VUC*. Syddansk Universitet, 2011.
- Beck, Steen. *Pædagogikum mellem teori og praksis:—en brugsbog til de almenpædagogiske moduler*. Frydenlund, 2017.
- Braund, Martin. "Electric drama to improve understanding in science." *School Science Review* 81 (1999): 35-42.
- Bruner, Jerome S. *Uddannelseskulturen*. Gyldendal, 1999.
- Bruun, Jesper, and Frederik V. Christiansen. "Kinesthetic activities in physics instruction: Image schematic justification and design based on didactic situations." *arXiv preprint arXiv:1410.4602* (2014).
- Campbell, Keith E., et al. "Representing thoughts, words, and things in the UMLS." *Journal of the American Medical Informatics Association* 5.5 (1998): 421-431.
- Chen, Ang, and Paul W. Darst. "Individual and situational interest: The role of gender and skill." *Contemporary Educational Psychology* 27.2 (2002): 250-269.
- Chi, Michelene TH, Paul J. Feltovich, and Robert Glaser. "Categorization and representation of physics problems by experts and novices." *Cognitive science* 5.2 (1981): 121-152.
- Chi, Michelene TH, and Rod D. Roscoe. "The processes and challenges of conceptual change." *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. Springer, Dordrecht, 2002. 3-27.
- Chi, Michelene TH. "Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift." *International handbook of research on conceptual change* 61 (2008): 82.
- Church, William, Brian Gravel, and C. H. R. I. S. Rogers. "Teaching parabolic motion with stop-action animations." *International Journal of Engineering Education* 23.5 (2007): 861.
- DeHaan, Robert L. "Teaching creativity and inventive problem solving in science." *CBE—Life Sciences Education* 8.3 (2009): 172-181.
- DiSessa, Andrea A. "Toward an epistemology of physics." *Cognition and instruction* 10.2-3 (1993): 105-225.
- DiSessa, Andrea A. "A friendly introduction to "knowledge in pieces": Modeling types of knowledge and their roles in learning." *Invited lectures from the 13th international congress on mathematical education*. Springer International Publishing, 2018.
- Dohn, Niels Bonderup. "Elevers interesse i naturfag—et didaktisk perspektiv." *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik* 3 (2007).
- Dohn, Niels Bonderup. <https://www.blivklog.dk/interesse-og-motivation/> (2011).
- Dohn, Af Niels Bonderup. "Motiverende og interesseskabende naturfagsundervisning." *NTSnet. Lokaliseret d 28* (2014): 14.

- Dolin, Jens, and Verner Schilling. "At Lære Fysik: Et studium i gymnasieelevers læreprocesser i fysik." (2001).
- Douven, Igor, "Abduction", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/abduction/>>.
- Driver, Rosalind, et al. "Constructing scientific knowledge in the classroom." *Educational researcher* 23.7 (1994): 5-12.
- Driver, Rosalind, et al., eds. *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge, 2005.
- Dykstra Jr, Dewey I., C. Franklin Boyle, and Ira A. Monarch. "Studying conceptual change in learning physics." *Science Education* 76.6 (1992): 615-652.
- Dweck, Carol. "Carol Dweck revisits the growth mindset." *Education Week* 35.5 (2015): 20-24.
- Fauconnier, Gilles, and Mark Turner. *The way we think: Conceptual blending and the mind's hidden complexities*. Basic Books, 2008.
- Finke, Ronald A., Thomas B. Ward, and Steven M. Smith. "Creative cognition: Theory, research, and applications." (1992).
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive neuropsychology*, 22(3-4), 455-479.
- Gentner, Dedre. "Structure-mapping: A theoretical framework for analogy." *Cognitive science* 7.2 (1983): 155-170.
- Greeno, James G., and Mary S. Riley. *Processes and development of understanding*. Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1981.
- Grøn, Bjarning. *Bedømmelser, LMFK, 2007*
- Hammer, David, and Andrew Elby. "Tapping epistemological resources for learning physics." *The Journal of the Learning Sciences* 12.1 (2003): 53-90.
- Horst, Sebastian. *Illustrationens kraft: visuel formidling af fysik*. Roskilde Universitetscenter, Institut for Studiet af Matematik og Fysik samt deres Funktioner i Undervisning, Forskning og Anvendelser, 1999.
- Hutchins, Edwin. *Cognition in the Wild*. No. 1995. MIT press, 1995.
- Johnson, Mark. *The body in the mind: The bodily basis of meaning, imagination, and reason*. University of Chicago Press, 2013.
- Kjærgård, Helle, Bente Støvring, and Aase Tromborg. *Barnets lærende hjerne: børne-neuropsykologi, kognition og neuropædagogik*. Frydenlund, 2014.
- Krampen, Martin, et al., eds. *Classics of semiotics*. Springer Science & Business Media, 1987.
- Kuhn, Thomas S. "The Structure of Scientific Revolutions. Chicago (University of Chicago Press) 1962." (1962).
- Lakoff, George. "The contemporary theory of metaphor." (1993).
- Lakoff, G. "RE: Nunez. Where Mathematics Comes From." (2001).

- Luhmann, Niklas. *Indføring i systemteorien*. Unge Pædagoger, 2007.
- MacKinnon, Donald W. "IPAR's contribution to the conceptualization and study of creativity." *Perspectives in creativity* (1975): 60-89.
- Mathiasen, Helle. "Undervisningskontekst og præmisser for deltagelse: ifølge elever og lærere." (2016).
- Niebert, Kai, and Harald Gropengießer. "Understanding the greenhouse effect by embodiment—analysing and using students' and scientists' conceptual resources." *International Journal of Science Education* 36.2 (2014): 277-303.
- Nielsen, Jan Alexis, and Jens Dolin. "Evaluering mellem mestring og præstation." *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik* 1 (2016).
- Ogden, Charles Kay, and Ivor Armstrong Richards. "The meaning of meaning: A study of the influence of thought and of the science of symbolism." (1923).
- Petersen, Esben Nedenskov, and Caroline Schaffalitzky. "Den Videnskabelige Basismodel." *Vidensmønstre: Basal videnskabsteori i stx*. Systime, 2019.
- Paulsen, Michael. "Det nye undervisningsrum." *Revy* 36.4 (2013): 18-19.
- Peirce, C. S. [CP]. *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, edited by C. Hartshorne, P. Weiss, and A. Burks, 1931–1958, Cambridge MA: Harvard University Press.
- Podolefsky, Noah S., and Noah D. Finkelstein. "Analogical scaffolding and the learning of abstract ideas in physics: An example from electromagnetic waves." *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 3.1 (2007): 010109.
- Popper, Karl R. *Kritisk rationalisme: udvalgte essays om videnskab og samfund*. Nyt Nordisk Forlag, 1973.
- Puentedura, R. "The SAMR model: Six exemplars." *Retrieved August 14* (2012): 2012.
- Romrell, Danae, Lisa Kidder, and Emma Wood. "The SAMR model as a framework for evaluating mLearning." *Online Learning Journal* 18.2 (2014).
- Rotgans, Jerome I., and Henk G. Schmidt. "The relation between individual interest and knowledge acquisition." *British Educational Research Journal* 43.2 (2017): 350-371.
- Roth, Wolff-Michael. *Authentic school science: Knowing and learning in open-inquiry science laboratories*. Vol. 1. Springer Science & Business Media, 2012.
- Singh, Vandana. "The electron runaround: Understanding electric circuit basics through a classroom activity." *The Physics Teacher* 48.5 (2010): 309-311.
- Sowa, John F. "Ontology, metadata, and semiotics." *International conference on conceptual structures*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000.
- Staat, Wim. "On abduction, deduction, induction and the categories." *Transactions of the Charles S. Peirce Society* 29.2 (1993): 225-237.
- Sønderup, Iben, and Ann Marie Pahuus. "Den kognitive semantiks menneske-og sprogsyn." *NyS, Nydanske Sprogstudier* 36 (2008): 38-62.

Trondman, M. *Kultursociologien i praktiken*. Lund: Studentlitteratur (1999).

Togeby, Ole. "Sprog og identitet." *Scandinavian Studies in Language* 6.3 (2015).

Tursman, Richard. "Peirce's theory of scientific discovery: A system of logic conceived as semiotic." (1989).

Yu, Chong Ho. "Abduction? Deduction? Induction? Is There a Logic of Exploratory Data Analysis?." (1994).

Zahavi, Dan. "Husserls fænomenologi (2. reviderede udgave)." (2011).

Bilag

Bilag 1 Oversigt over ellære forløbet.

Overskrift (Moduler å 95 min)	Aktiviteter	Materialer
<i>Fang (1)</i>	Film Elektricitetens tidlige historie (Refleksioner over hvordan erkendelse om elektricitet opstod)	Shock and Awe: The Story of Electricity- Spark (1 of 3), BBC 2011 Fang - elektricitetens historie
<i>Forforståelse (1)</i>	Eksperiment En og to glødepærer i serie, refleksioner over forsøg, individuelt og i grupper	Forforståelse - hvad er elektricitet
<i>Kernestof (10)</i>	Konceptuel viden Energikredsløb som analogier for elektriske kredsløb (cykelkæde, fjernvarme). Simulationer: resistans, spænding og effekt. Eksperimentel viden Fysiske størrelser: strømstyrke, spænding, resistans, effekt. Komponenter: Resistor, glødepære, diode Eksperimenter Demonstrationsforsøg - Spænding Elevforsøg - Ohms lov Elevforsøg - Resistivitet Elevforsøg - Joules lov Elevforsøg - Serie og parallelkobling Elevforsøg - Karakteristisk af diode Opgaveregning	Kapitel 1 elektricitet, Orbit BA STX (læreplan 2010)
<i>Stopmotion (5)</i>	Konceptuel udvikling Kreativt værksted, hvor ideer formgives og valideres i forhold til eksperimentelle data.	Stopmotion - hvad er en watt Teknisk anvisning - stopmotion
<i>Projektarbejde (9)</i>	Elevforsøg: Introduktion til komponenter og breadboard (learning by doing) Projektet Udtænke og producere selvvalgt kredsløb med en eller flere sensorer, der kan gøre livet lettere for eleverne selv eller andre.	Projektintroduktion - byg en lyssensor Projektmateriale - byg dine egen sensorer Projektbeskrivelse - byg din egen sensor Skabelon - byg din egen sensor

Bilag 2 Fang - elektricitetens historie 1



Hvad er det græske ord for rav?

Hvad kunne den maskine Hauksbee opfandt i 1705 bruges til?

Hvad blev opfindelsen af elektricitet brugt til i starten?

Hvad var det Gray opdagede i 1730erne?

Hvad var det Musschenbroek sammenlignede elektricitet med?

Hvad var det for et apparat Musschenbroek opfandt ved en fejl?

Hvad var det Benjamin Franklin undersøgte?

Hvad var Franklins ide om hvordan man kunne opfatte elektricitet?

Hvordan kan Franklins hypotese forklare, at gnisten bliver større, når man holder Leidnerflasken i hånden?

Hvordan forklarede Cavendish i 1773, at den elektriske rokke ikke lavede en gnist, når man rørte ved den.

Hvordan fortolkede anatomikeren Galvani fra Bologna i Italien, resultaterne af forsøget med frøen?

Hvordan fortolkede Volta fra Pavia i Østrig, resultaterne af forsøget med frøen?

Hvad var det Volta opfandt?

Hvordan opfattede man fænomenet, vedvarende elektricitet

Hvordan opfatter videnskaben elektrisk strøm i dag?

Hvilken fysisk størrelse blev opkaldt efter Volta

Hvilken romanfigur er inspireret af Giovanni Aldinis forsøg med George Foster i 1803?

Bilag 3 Forforståelse - hvad er elektricitet

Det elektriske kredsløb

Formålet med opgaven

Vi har nok alle en forestilling om eller måske et billede af, hvad elektrisk strøm er. I filmen om elektricitetens tidligste historie har i set, hvilke forestillinger datidens "elektrikere" gjorde sig, om de elektriske fænomener de eksperimenterede sig frem til. Formålet med opgaven hér er at få jer til at beskrive den ide, i på forhånd har, om hvad elektricitet er, inden i begynder på el-læren.

Aktivitet 1. (individuel) Forbind batteriet med den lille pære ved hjælp af den røde og den sorte ledning. Det du har lavet er et eksempel på det man kalder et elektrisk kredsløb.

Svar nu på følgende spørgsmål:

Hvad forstår du ved begrebet elektrisk strøm?

Beskriv det batteri du har foran dig.

Hvilken rolle tror du, batteriet spiller i det elektrisk kredsløb?

Hvad forestiller du dig, det er, der strømmer hen til pæren?

Hvilken betydning tror du den røde ledning og i den sorte ledning har, når de forbindes til pæren?

Beskriv den pære, du har foran dig, hvad er der uden på og hvad er der inden i?

Hvilken ide har du om hvad det er, der får pæren til at lyse?

Hvad forestiller du dig, det vil ske hvis du putter en ekstra pære ind i kredsløbet?

Aktivitet 2. (individuel) Forbind nu batteriet med de to pærer, ved hjælp af de 3 ledninger.

Hvilken ændring sker der med lyset, når du sætter en ekstra pære ind i kredsløbet?

Hvad forestiller du dig der sker med den elektrisk strøm, når man sætter en ekstra pære ind i kredsløbet?

Har aktiviteten ændre på din opfattelse af hvad der sker i det elektriske kredsløb?

Aktivitet 3. (individuel) Skrivning.

Brug svarene på spørgsmålene ovenfor, som inspiration til at skrive en sammenhængende tekst, om det du forestiller dig, der foregår inde det elektriske kredsløb.

Aktivitet 4 (grupper). Lav en poster.

Tag en runde (1min pr elev), hvor i hver især redegør for, det i tror der sker, når man forbinder en pære med et batteri i et elektrisk kredsløb.

Konstruer en detaljeret tegning af det (i fællesskab kan blive enige om), i forestiller jer, der foregår i det elektriske kredsløb.

Stopmotion - hvad er en watt?

Opvarmning

Diskuter med udgangspunkt i de udleverede tekster fra Orbit BA, samt de udførte eksperimenter betydningen af de følgende grundlæggende begreber i ellæren: strømstyrke, spænding, resistans og effekt. Bliv selv klogere ved at hjælpe andre i gruppen med at forstå de grundlæggende begreber ved at illustrere dem med synlige objekter, personer eller begivenheder eller ved at bruge dig selv som forklaringsobjekt.

Elektroner: Ladede partikler, der bevæger sig rundt i et kredsløb

Strømstyrke: Transporten af ladninger pr. tid.

Spænding: Den mængde elektrisk potentiel energi, som hver ladning afsætter i et elektrisk kredsløb.

Resistans: Hvor let eller svært det er for elektronerne at strømme gennem et ledning eller en elektrisk komponent, f.eks. glødetråden i en gammeldags pære.

Effekt: Den mængde elektriske energi der omsættes hvert sekund et elektrisk kredsløb

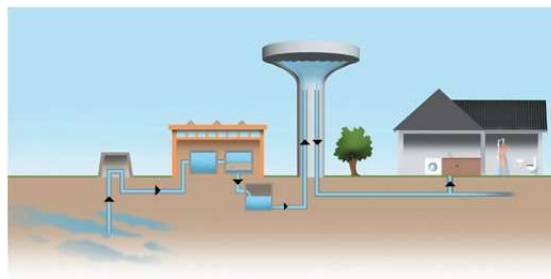
Opgaven

Lav en stop motion på mindst 3 minutters varighed, der demonstrerer en af følgende problemstillinger, ved hjælp af de grundlæggende begreber.

- hvad sker der i et elektriske kredsløb, der forsyner hhv. en glødepære med strøm fra el nettet og hvorfor det koster mere at forsyne en 60 watts pære end en 40 watts pære?
- hvorfor omsættes der mere energi i en glødepære end i to glødepærer i serie?
- hvad sker der inde i en LED og hvorfor koster det mindre at forsyne en led pære med strøm end en glødepære?

Brug analogier

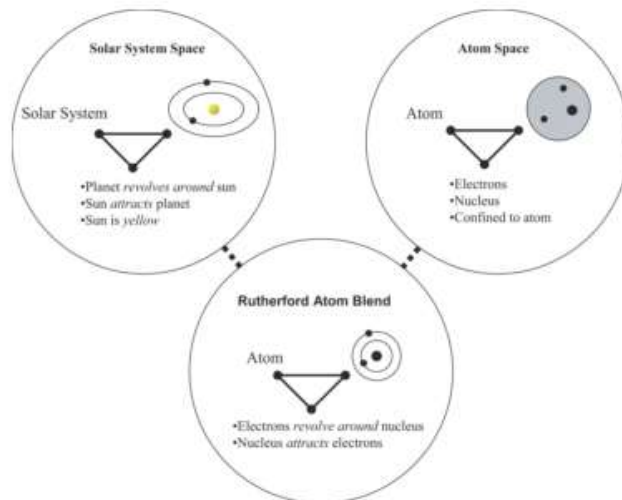
Den første tekst om strømstyrke kan inspirere dig til at forklare de grundlæggende begreber ved hjælp af en analogi, f.eks. en cykelkæde, en brændkæde med vandspande, blodkredsløbet i kroppen, fjernvarmesystemet, vandforsyningen, Tour de France eller julemandens udbringning af pakker med kane og rensdyr.



Analogi: Vandforsyning

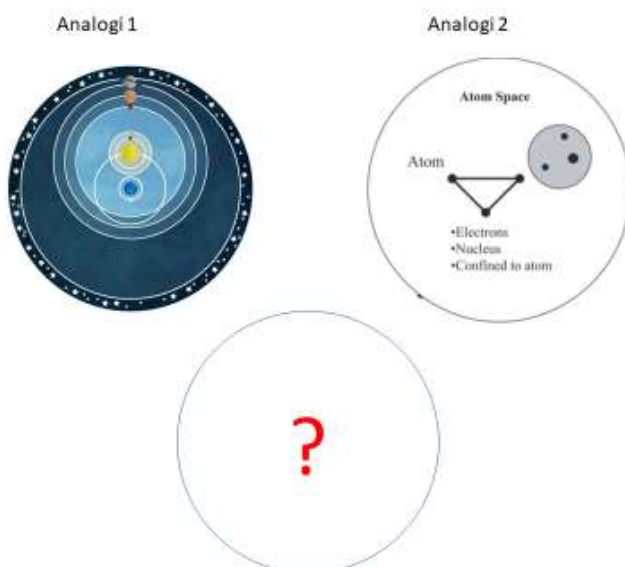
Det hjælper selvfølgelig ikke at bruge et billede/analogi, hvis i mangler i en grundlæggende forståelse for den eller de analogier i anvender. Det er derfor godt givet ud at bruge tid på at sætte jer ordentligt ind i de analogier i vil bruge. Vælger i eksempelvis vandforsyning som et billede må i nødvendigvis have styr på hvad det er der driver vandet rundt i vandrørene og hvordan det kan sammenlignes med hvad det er, der driver strømmen rundt i det elektriske kredsløb.

Det er jeres helt egen beslutning hvordan jeres analogier skal indgå som forklaringsmodeller. Det vil ofte være hensigtsmæssigt kun at anvende brudstykker af analogier og at mikse forskellige analogier sammen, da en enkelt analogi ikke kan være helt dækkende.



Solsystemet bruges her som analogi til at forklare atomets opbygning

Den valgte analogi er styrende for jeres forklaringsmodel!



Hvis man havde valgt det tyktonske solsystem, ville man have fået en helt anden opfattelse af hvordan atomet er opbygget.

Hvordan laver man en animation?

Kan man lave en film uden en drejebog? Nej vel! Storyboard er et godt redskab til at få sat jeres ideer i system, få overblik over jeres fortælling, få styr på teknikken og som huskeseddel over materialer i skal have fat i.

Ideen:		
Tegning af scene	Materialer, kameravinkel, lydspor, bevægelse.	Ideer, kommentarer og tekst
Scene 1		
Scene 2		
Scene ...		

De 3 perspektiver

Forsøg så godt som muligt at inddrage de 3 perspektiver nedenfor i jeres stopmotion:

Makro-perspektiv: Det synlige/målbare. det i observerer/måler på.

Meso-perspektiv: Jeres kredsløbsanalogi (cykelkæde, brændkæde, vandkredsløb, blodkredsløb, etc.), Det kan som sagt være hensigtsmæssigt at mikse forskellige analogier.

Mikro-perspektiv: set fra de mikroskopiske objekters perspektiv. Hvad møder elektronen på sin vej, hvordan vekselvirker elektronen med sine omgivelser (tiltrækning/frastødning, kollisioner), Er elektroner bølger/partikler (kan der ske forvandlinger).

Tema

Vælg gerne en filmiske genre, f.eks dokumentar/western/gangster/Wikings/romantik/Game of Thrones

Billeder/tekst/lyd

Brug et redigeringsprogram (Imovies, videopad eller lignende) til at redigere/efterbehandle medieproduktet.

Link til videopad:

https://www.nchsoftware.com/videopad/index.html?kw=shotcut&gclid=EAlaIQobChMI6HAs97x4AIVz5ztCh19Zw7nEAAAYASAAEgIYP_D_BwE

Selve stopmotion teknikken er beskrevet **Teknisk anvisning - Stopmotion**, som er vedhæftet på lektionen. Desuden kan I finde inspiration til animation i naturfag, samt eksempler på produkter her.

http://animatedscience.dk/Files/AniSci_DK_1.html

Forløbet:

Modul 1: Introduktion/Brainstorm/målinger/ideudvikling

Modul 2-3 Optagelser

Modul 4: Redigering af videoer

Modul 5: præsentationer, peer to peer evalueringer(kriterielister).

Modul 6: evaluering af ellæreforløbet: spørgeskemaer, fokusgruppe-interviews.

God Fornøjelse



Bilag 4 Projektbeskrivelse - byg din egen sensor

Sensorer

Opgaven

I projektet udvikler I et produkt, som andre kan have glæde af, og som kan bruges i hverdagen.

Produktet kan være med til at gøre dit personlige forbrug mere bæredygtigt eller være med til at dit daglige energiforbrug formindskes eller produceres mere bæredygtigt?

Som en del af projektarbejdet udfører I målinger og test af jeres sensorer og elektriske komponenter, og udfører evt. andre målinger, der er relevante forhold til udviklingen i af jeres produkt.

Et produkt kan f. eks være en alarm der aktiveres når der sker et eller andet, eller et lys der tændes når det er hensigtsmæssigt. Det kan være en forbedring af et eksisterende produkt eller en helt ny opfindelse. Hvis I ikke kan nå helt i mål med jeres opfindelse, er I velkommen til at lave en film/animation der forklarer hvordan ideen kan virkeliggøres. Projektarbejdet må gerne indeholde en aktivitet, f.eks. indsamling af brugte komponenter der kan genbruges eller forbedres. Endelig må I meget gerne lave en undersøgelse, hvor I interviewer elever/lærere om deres forbrugsvaner for at undersøge behovet for et produkt.

Afreportering

Afslutningsvist opsummerer I jeres projektarbejde i en eksperimentjournal og en produktbeskrivelse, som tilsammen er jeres udgangspunkt til eksamen.

Tidsplan:

- Uge 17: **Opstart: I denne uge skal idéerne skabes** - Hvad vil I lave og hvordan - I udtænker eksperimenter og produkter.
- Uge 18: **Projektfasen:** I tilegner jer viden, arbejder med produkt, udfører eksperimenter. Onsdag afleverer I udkast til eksperiment-journaler og produktbeskrivelse i Lectio. Fredag den 3. maj. giver I hinanden feedback på jeres udkast.
- Uge 19: **Eksperimentjournal og produktbeskrivelse.** I denne uge færdiggør og beskriver I de praktiske dele af projektet. **Onsdag den 8. Maj afleverer I eksperimentjournal og produktbeskrivelse.** Torsdag den 9. maj fremlægger I jeres projekter for hinanden

Grupper:

I arbejder sammen i forsøgsgrupper, når I udfører projektarbejdet. I skriver hvem der er ansvarlig for de enkelte dele i det skriftlige arbejde.

Bilag 5 Projektskabelon - byg din egen sensor

Forsøg udført af:

Sensor: [Navn på sensor](#)

Elektrisk kredsløb

[Foto og kredsløbsdiagram](#)

Indledende ideer og hypoteser:

[En kort beskrivelse af kredsløbet og et kvalificeret bud på hvordan det virker \(hvor dan er de forskellige komponenter forbundet til plus og minus.](#)

[Hvordan formoder, at modstand, spænding og strømstyrker ændrer sig på de forskellige delstækninger i jeres kredsløb, når sensoren bliver påvirket.](#)

Design af forsøg:

[Hvordan kan man lave en karakteristik af jeres sensor, i forhold til den parameter der skal aktivere jeres kredsløb](#)

[Hvordan kan man optimere komponenter i kredsløbet så man opnår den bedst mulige virkning.](#)

[Hvad er det i vil måle?](#)

[Hvor mange målinger har i brug for?](#)

[Hvordan vil i lave målingerne?](#)

[Hvilke enheder har det i måler?](#)

[Lav en tabel til jeres målinger.](#)

Materialer/apparatur:

Sikkerhedsmæssige overvejelser:

Fremgangsmåde:

Data:

Hvordan kan man lave en graf over resultaterne? Hvilke målinger skal der være på hhv. x-akse og y-akse?

Hvordan kan man bestemme sammenhængen mellem punkterne i en graf?

Diskussion:

Brug jeres matematik viden til at beskrive sammenhængen mellem jeres målinger.

Hvilke resultater overaskede jer undervejs.

Hvad kan forklaringen være på at nogle af resultaterne afviger fra jeres formodninger?

Hvordan kan i lave en fejlfindingsstrategi, hvis der er noget der ikke virker som det skal.

Hvordan kan i løse problemet på den fejl der er i jeres kredsløb.

Konklusion:

Beskæftigede målingerne jeres ideer om hvordan kredsløbet virker

Hvilke fejl fandt og hvordan vil i udbedre dem i næste forsøgsrunde?

Bilag 6 fokusgruppeinterview 1

Deltagere: Esther, Danielle, Tine, Iris

Kommer I direkte fra folkeskolen eller har I været på efterskole eller andet først?

- Jeg kommer direkte fra folkeskolen.
- Jeg har været på efterskole.
- Jeg har været på efterskole to år og så har jeg været ude at rejse et år.
- Jeg har også været på efterskole inden.

Hvorfor går du i gymnasiet?

- Det var mest fordi, jeg gerne ville have en rigtig bred uddannelse, fordi jeg ikke rigtig vidste, hvad jeg ville, da jeg var færdig med 9. klasse. Jeg tænkte, at STX var meget bredt og jeg behøvede ikke at vælge hvad jeg ville studere endnu. Så kunne jeg godt udskyde det, til jeg var lidt mere afklaret omkring, hvad jeg ville.
- Samme grund for mig.
- Ja, det er også lidt det samme – det der med en bred uddannelse, men også det, at man har tre år og så kan man også her spore sig mere ind på, hvad man videre vil.
- Ja, det er også det samme, jeg har egentligt hele tiden været rimeligt sikker på, at det var STX, jeg ville – også fordi den er så bred og fordi jeg vidste, jeg ville noget naturvidenskabeligt og så videre hen på universitetet.

Blev I overhovedet informeret om, at der var nogle muligheder, dengang I skulle vælge?

- Ja.
- Meget.
- Jeg overvejede meget HTX, men det var mest fordi, jeg ikke gad al det tekniske. Jeg ville gerne have al det naturvidenskabelige, men ikke al det tekniske med IT.
- Jeg synes, eller sådan var det i hvert tilfælde hos os, at der blev reklameret meget for erhvervsuddannelsen. De ville selvfølgelig gerne have flere og flere til at tage den. Jeg synes egentligt, vi manglede at få lidt mere viden om gymnasiet, om hvad det så vil sige, når man kom herud og hvad man så kunne vælge herude. Så jeg synes egentligt, vi fik det hele præcenteret, men måske mindst gymnasiet.

Var det den der vejledning eller var det brobygning eller var det noget helt andet, der afgjorde, at det blev STX, I valgte?

- Brobygning for mig. Jeg var herude i 8. klasse og så var jeg rimelig sikker på, at det var her, jeg ville gå.
- Jeg var ikke på brobygning. Det var mest fordi, man kunne få drama herude og så tænkte jeg: Yes!. Det var lidt bedre end nogle af de andre steder, jeg havde været på brobygning.
- Mit det er faktisk -hvis det er det her specifikt med det her gymnasium, vi taler om - så havde jeg egentligt altid været sikker på, at det var STX, jeg skulle, at jeg skulle ind til en større by og sådan noget. Så kom jer herud til det der aftenarrangement med min papbror, fordi han skulle herud, så tænkte jeg bare, at jeg kunne tage med – og så faldt jeg bare fuldstændigt for det, så jeg havde egentligt aldrig tænkt, at jeg skulle herud, men det blev det så og det er jeg også glad for.

Prøv at nævn nogle ting, der er gode ved Jeres klasse.

- Jeg synes vi er rigtig gode til at hjælpe hinanden fagligt. Hvis man har problemer med især lektier eller opgaver eller sådan noget, så har man altid nogen, man kan gå til. Det er næsten lige meget, hvem, man går til, for så er de villige til at hjælpe.
- Hmm, helt sikkert.
- Jeg synes også der er meget humor, og det ved jeg ikke, men det synes jeg også bare gør det nemmere, at komme i skole.
- Ja, det synes jeg også. Der er også gang i os. Man kan snakke. Så jeg synes egentligt, vi har det fint.

Ok. Ting, der kunne være anderledes i klassen?

- Nogle gange synes jeg, vi snakker meget i timerne.
- Ja, det synes jeg også, det sker tit, så det er et generelt et problem. Vi har faste pladser, så det hjælper rimeligt godt på det. Det er mest, hvis der er nogle specifikke, der er sammen, så er der meget larm.

Laver I noget selvjustits i forhold til det? Tysser I på hinanden?

- Jeg kan godt finde på det nogle gange, hvis jeg synes, der er nogen, der er sådan....
- Jeg synes også der er nogen lærere, der ikke er så gode til det.
- Ja, det synes jeg også. Så lader de det bare køre, ignorerer det bare. Så nogle gange bliver det bare for meget. Så tænker jeg, ok, man kan egentligt ikke rigtig høre, hvad der foregår. Det er mest drengene. Drengene er meget slemme.
- Jeg synes også, man tit har mulighed for at sætte sig ud på gangen, hvis det er for meget. Hvis man ikke kan koncentrere sig i det, så har man lov til at sætte sig ud.
- Helt sikkert, men det er også meget ved tavleundervisning, synes jeg.

Er det blevet bedre eller værre?

- Jeg synes faktisk, det er blevet værre.
- Det synes jeg faktisk også, især på det sidste. Det er også vores koncentration, der hakker lidt i tiden.
- Ja, vi kommer tættere på sommerferien.
- Jeg synes lige nu er det rimeligt slemt lige nu. Det har altid været "en ting", men lige nu, er det rimeligt slemt.
- Ja.

Har I tænkt på, hvor det er sværere at koncentrere sig, når man nærmer sig sommerferien?

- Jeg ved ikke, jeg har det hele tiden. Men det er også når det er meget tungt fagligt oppe på tavlen, så kan jeg til sidst bare have svært ved at koncentrere mig. Så bliver jeg bare nødt til at lave noget...
- Ja, jeg kan ikke sidde stille og holde min kæft i lang tid.
- Der skal virkelig ikke gå lang tid, før man ikke kan koncentrere sig.
- Jeg synes også, der er virkelig mange skoler, der allerede har fået læseferie og så har vi også fået at vide, hvad vi skal op i og så er mind-sættet sådan lidt: ok, jeg ved hvad jeg skal til at læse op til og så bliver de andre fag lidt mere ligegyldige. Man ved, ok, jeg skal have de fag igen næste år og nu er det de her, det gælder om - så kan nogle dage godt virke lidt som spild af tid.

Hvad gør I for at fremme, at man ikke snakker så meget, hvis det nu er det der er et issue i klassen?

Det ved jeg ikke, jeg synes, det er svært....

- Jeg tror vi ret gode til at holde fast i, at vi gerne vil bytte pladser, selvom lærerne er ret dårlige til at lave dem.
- De har også brug for at blive ændret en gang imellem og det synes jeg, vi er ret gode til at sige en gang imellem, at vi har brug for, at de bliver ændret.

Så I er gode til at tage ansvar.

- Det synes jeg.
- Det kan være svært.
- Ikke altid. Nogle gange er det sværere end andre.

Hvornår er det sværest?

- Det ved jeg ikke. Det er svært nogle gange at skulle tage sig sammen til at skulle sige: Gider du lige være stille. Så kan det være man sådan tænker....

Bliver man opfattet på en bestemt måde så?

- Ja, ja.

Hvad er Jeres holdning til det der med lektier?

- Jeg synes altså godt nogle gange, at vi kan have for mange lektier.
- I princippet er det jo fint nok med lektier, for så har man jo ligesom en grundforståelse for det, man skal lære i klassen, man er forberedt inden og så går læringen også hurtigere, men når det er virkelig mange sider, man skal lære inden, og de nogle gange også bliver lagt sent op, så er det sgu lidt svært at nå det. Svær at overskue, hvis man skal læse 10 sider til mange fag.
- Jeg synes måske godt, der kunne være lidt mere kommunikation mellem lærerne, også i forhold til afleveringer. At man ikke har 10 sider for i alle fag til samme dag. Sådan en dag, hvor man har 4 moduler og 10 sider for til alle, så det altså ikke alt sammen, man kan nå og så bliver man nogle gange nødt til at prioritere: Ok, hvad er det, jeg har tid til at lave i dag.
- På min efterskole der brugte de det med, at nogle af lærerne lavede videoer som lektier. Det fungerede egentligt rigtig godt. F.eks. hvis der var en artikel eller hvis der var noget teori i fysik f.eks, så var det en video, man så i stedet for og så gennemgik man det igen i timerne og så kunne man stille spørgsmål til det og sådan noget. Det synes jeg egentligt fungerede rigtig godt. Så var det ikke så anstrengende at skulle lave lektier.
- Selvfølgelig skal vi have lektier, det er jo klart.
- Men nødvendigheden i det bliver bare nogen gange tungt. Især, hvis man har haft en sen dag dagen inde og så også skal lave lektier til 4 moduler dagen efter, så er det jo svært at nå det.
- Hvis man nu også har arbejde eller f.eks går min bus nogle gange meget sent, så kommer jeg også rigtig sent hjem.
- Der er jo også nogen som har svært ved at få læst, som altså læser langsommere, så kan det godt virke uoverskueligt, synes jeg.
- Der er også det med at tage noter til lektierne. Det gjorde jeg meget i starten, men det er jeg holdt helt op med. Det tager alt for lang tid og så bliver det bare tungere og tungere for en.

Hvor lang tid har man brug for, hvis man skal lave alle lektier hver dag?

- Hvis man laver alle lektier hver dag, så 1-1½ timer tror jeg.

Jeg tror det er tættere på 1½.

- Det er altså hvis man ikke tager noter. Jeg bruger nogle gange 2 timer.
- Ja, ja det er jo det. Det svinger jo også meget. Der er nogle dage, hvor der er seriøst mange lektier og nogle gange, hvor der ingenting er. Så kunne det være rart, hvis nogle af de 10 sider lå en anden dag, men det er selvfølgelig også svært at skulle passe sammen.

Får I brugt de der 1, 2, 3 timer på det hver dag?

- Ikke sikker for mig.
- Selvom jeg prøver, så kommer man til at lave alle mulige overspringshandlinger, fordi man prøver at dele det op, når det er så stor en mængde og så bliver det bare for tungt, at vende tilbage til bagefter.
- Jeg sorterer i hvad der er vigtigst. Historie læser jeg aldrig lektier til, fordi det vurderer jeg, det gennemgår vi altså i klassen.
- Matematik, det gennemgår vi altså også på klassen. Det læser jeg næsten altid lektier til, men det tager heller ikke så lang tid.
- Jeg synes, man nemt kommer til at vælge noget fra, som man ikke har tid til. Jeg synes især, hvis jeg har håndbold eller arbejde en dag, så har jeg virkelig ikke tid.
- Så har man ikke overskud.
- Nogle gange er det også bare lidt svært at prioritere lektier fremfor alt muligt andet.
- Ja.
- Sådan er det jo bare.
- Jeg prøver så vidt muligt at lave lektier til hver dag, men så prøver jeg også at skrive ned, hvilke lektier har jeg og så prøve at finde ud af, hvornår har jeg tid til at lave dem.

Hvem hjælper Jer med lektier og opgaver?

- Jeg synes, vi er gode til at hjælpe hinanden.
- Ja. Jeg synes også vi er gode til at hjælpe hinanden og så er jeg så heldig også at have lærer som forældre.
- Jeg får også lidt hjælp hjemmefra, fra min mor især, men det er i sprogfag og sådan noget.
- Jeg har forældre, som ikke ved noget overhovedet. Det er meget specifikt, det de ved noget om. Sådan noget privatøkonomi og sådan noget. Så jeg får ikke rigtig hjælp. Hvis jeg får hjælp er det fra de andre i klassen.
- Jeg synes faktisk, at vi er gode til at søge hjælp og få hjælp, især med afleveringer. Lige gyldigt hvem man spørger, så er man villig til at give en hjælpende hånd.

Hvad er formålet med at lære fysik for Jer?

- Lige nu tror jeg ikke det har noget formål. Det er mest bare fordi, jeg godt kan lide det. Den linje jeg har, kan jeg bruge næsten til alle fag, men jeg har jo ikke rigtig nogen grund til at tage det på A udover, at jeg bare godt kan lide det.
- Jeg vil også sige, jeg har altid synes, fysik er mega sjovt og spændende. Jeg tror, der er nok også et formål med det, jeg vil da gerne bruge det til noget videre ud i fremtiden. Jeg synes også bare for mig personligt, at det er en god ting at have viden om – og så er det sjovt.
- Jeg havde nok tænkt noget med, at jeg gerne ville studere videre på universitetet, noget med fysik. Jeg havde også bare en god lære på efterskolen, som virkelig fik sat mig ind i det og så synes jeg

- bare det var mega spændende. Jeg tænkte så, at det var det jeg kunne se mig selv i og arbejde videre med.

Hvad er det vigtigste I har lært i det her forløb om el-lære?

- Jeg synes personlig, at det med kredsløb er det, jeg sætter højest, for jeg synes det er så grundlæggende i forhold til det hele. Hvordan det hele bevæger sig og sådan noget. Noget vidste jeg selvfølgelig i forvejen, men man fik lidt mere. Det var også med til at forklare hvordan nogle af de andre ting fungerer, så jeg synes, det er det vigtigste.
- Jeg synes formlerne er noget af det vigtigste.
- Dem kan man selvfølgelig google sig frem til, men forståelsen for et kredsløb og for elektrisitet generelt, hvordan man bruger det i et hus og sådan nogle ting.
- Jeg synes, det der med dioderne og sensorene, det var ligesom noget, der blev bygget ovenpå. Det var også meget rart, for så fik man ligesom mere information og fandt ud af, hvad man kunne bruge den viden om kredsløbene til senere hen, når man så skulle lave noget mere avanceret.
- Jeg synes også det der med kredsløbene. Så sakkede vi om det derhjemme og så kunne jeg forstå at bruge det ude i virkeligheden. Sådan noget med en sensor, så forstod jeg det, hvis vi havde sådan en derhjemme, hvordan det fungerede indeni.

Hvad mener I det der med kredsløb, hvad var det?

- Det var det der med at vi prøvede at stille det op, først prøvede vi med en almindelig pære, så prøvede vi med en diode, alt det der. Så prøvede vi at måle på nogle ting, så man ligesom kan se, hvad det er der egentligt sker.
- Jeg synes det der med, at det bliver forbundet til noget teori, for det har jeg ikke haft før i folkeskolen og sådan. Man har arbejdet med el-lære og set, at den her pære lyser mere, men man har ikke haft de der formler med og sådan noget.
- Ja, meget overfladisk. Jeg synes, vi startede helt grundlæggende, men så byggede vi ligesom mere og mere på og fik mere forståelse i forhold til kredsløbet og sådan noget. Så med sensoren var det der, vi ligesom selv skulle tænke.

Hvordan oplevede du det? Altså ikke at du selv skulle tænke (grin), men det med at det var en mere fri opgave?

- Det var rigtig godt, at vi ikke bare fik en problemformulering, men at selv skulle tænke og til det: orv, så kunne man også gøre det her og man egentligt lave det på den her måde og det kunne bruges på den her måde. Altså, at man ikke bare skulle følge den slavisk, men man kunne inkludere sine egne ideer. Det synes jeg egentligt, var rigtig godt.
- Jeg synes faktisk man fik en bedre forståelse for selve kredsløbet i forhold til, hvis man bare havde haft teori på tavlen omkring det. Så forstod man det bedre. Tænke selv, for at finde ud af det.
- Så synes jeg også bare altid, det er sjovere at arbejde, hvor man skal tænke selv og hvor man har et projekt og hvor man ender med at have et produkt. Det er jo også sådan, det kommer til at fungere, når vi kommer ud i den virkelige verden faktisk.

Kunne I forestille Jer en undervisning, hvor I kun havde projektarbejde? Ville det være en mulighed?

- Altså nej, man har brug for tavle-undervisning og sådan noget, altså selvom det er kedeligt, men det er bare nødvendigt.
- Ja, det giver sådan det helt grundlæggende. I forhold til forsøg, at det ikke er alle forsøg, der er helt tænk-selv, men at der også er nogle man får, så man får den teoretisk og den praktiske forståelse

helt skarpt og så ud fra det, kunne man så lave noget projekt. Jeg tænker ikke, det kan være det hele, der kan være det, for så bliver det alt for løst. Måske også sådan lidt sløset og så lærer man ikke så meget. Jeg synes, det er godt engang imellem, så man også kan tænke lidt selv og skabe ideer selv.

Sådan helt overordnet, hvornår synes I, man har lært noget?

- Jeg ved ikke, jeg synes jeg lærte meget at det projekt, vi lavede, fordi man kunne få det til at dreje sig om noget, man i hvert tilfælde selv synes, var mere spændende.
- Ja, jeg tror også, jeg lærer mest om det, jeg selv synes, er mest spændende.
- Ja, præcist. Det man sådan lige har fingrene i.

Så det skal være spændende for Jer, for at I lærer noget?

- Ja, men jeg synes også, når man får afkodet noget af det, man har snakket om inde på tavlen, at man får det lavet i praksis, så man rent faktisk får set det?
- Det vi lavede med stop-motion, der gik meget leg i den henad vejen, hvor vi ikke tog det så seriøst. Vi brugte rigtig meget tid på det, men det var mere sjovt end spændende.
- Vi lærte ikke så meget, men lavede bare forsøget, det blev lidt for useriøst, lidt for ukontrolleret.

Hvordan kunne man gøre det mere seriøst?

- Jeg tror en kortere tidsfrist/en kortere periode og så behøvede det måske ikke være stop-motion, men måske bare en video, for det tager jo meget kortere tid at lave. Så måske en kortere video eller måske et element, der havde Vores interesse, men i hvert tilfælde en kortere tidsfrist. For hvad havde vi, 3 eller 4 lektioner og så sidder man bare og sløser med det.
- Ja, for så tænker man, man har god tid og så behøver man ikke lave noget hele tiden – og så lige pludselig, så har man travlt.

Så man arbejder kun under pres?

- Ja (grin)

Hvordan lærer i bedst? I har talt lidt om det, men der kan være forskellige måder?

- Jeg tror, hvis man starter med et nyt emne, så start ud med at høre, hvad ved man egentligt om det i forvejen, og så køre noget tavle-undervisning, som er røv-kedeligt, men hvor man så ligesom får noget teori og nogle formler - og så ind og prøv det af, og så ind og snak lidt mere om det, og så ind og prøv det af og sådan. Så man ikke bare har 10 gange i streg, hvor man bare sidder og lytter og lytter og lytter.
- Men heller ikke 10 gange i streg, hvor du er inde og lave forsøg. Der skal være sådan en god veksling mellem det.
- Ja, og det synes jeg faktisk også var godt ved det her, hvor vi startede ud derinde, kan jeg huske, med at skrive alt ned, som vi allerede vidste om det her emne. Så bliver man sådan også selv sat lidt i gang, sådan, hov, hvad ved jeg egentligt om det her emne?
- Ja, det har fungeret godt.
- Ja, for så er det også nemmere, at bygge videre på den viden, man allerede har, fordi man ligesom får tænkt over det allerede fra starten.
- Der har det jo også kørt meget godt, det er med først at have noget teori og så forsøg og så lidt mere teori og så forsøg og sådan noget. Det synes jeg har fungeret ret godt.
- Det synes jeg også.

Vi har talt lidt om det, men hvordan oplevede i det, det der med at lave den stop-motion aktivitet?

- Det var egentligt fint, det der med at man skulle tænke på en anderledes måde at beskrive det på, hvad var det det hed? Sådant en analogi. For så kan man måske bedre forstå det, end når det er noget man lige beskriver med normale ord. Igen, der gik måske lidt for meget leg i den. Det blev lidt for langvarigt.
- Jeg synes også det var sjovt, men jeg kan godt se, det måske tog lidt lang tid.
- Det var jo mega sjovt, men helt sikkert synes jeg også det gav en bedre forståelse af, hvordan et kredsløb fungerer. Så ja, det fungerede godt, men måske lidt for lang tid.

I har både nævnt nogle fordele og ulemper ved det, men prøv at kig på mulighederne. Hvad var det egentligt ved stop-motion, der kunne motivere, hvis der altså var nogle?

- Det var egentligt fint, at man tænkte på det på en anderledes måde og at man sad med noget mellem hænderne. Jeg lærer i hvert tilfælde bedst, når jeg sidder med det i hænderne.
- Også mig – og det der med, at man får lov til at stå op, at man ikke bare skal sidde ned og lytte. Men også det der med at man selv får lov til at samle det og skabe det, det fungerer rigtig godt.
- Det der med at være kreativ, at skulle tænke selv og selv finde på, det sætter jo også bare noget i gang. Det var virkelig sjovt.
- For mig, jeg synes bare, at al det der tavle-undervisning, det kan blive så tungt. Jeg ville helst bare have, at det var sådan her, at man eksperimenterede mere, men det er bare min holdning.

Vi har også talt om projektarbejdet, men hvis I nu skal nævne nogle ting, som motivere Jer når I laver projektarbejde, hvad kunne det så være for nogle ting?

- Jeg synes grupper er meget godt, men ikke to-mandsgrupper og heller ikke for store grupper, men en god 3-4 stykker.
- Ja, 3 er godt.
- For hvis der så er en, som ikke er der, så er man stadigvæk to.
- Altså Martin og mig vi havde et problem, for så var han der ikke og så var jeg der ikke, så pjækkede han og så, jeg pjækker jo ikke, men jeg var der ikke, så vi fik ikke lavet så meget, som vi kunne have. Jeg tror også, det kommer nok an på, hvem man er sammen med, hvor motiveret vedkommende er, for hos os, der var der nok ingen af os, der var god til at motivere den anden.
- Det der med at man kunne tænke selv, det synes jeg var ret sjovt, man kom selv på ideen og det tror jeg også er bedre til det.
- Jeg synes også det motiverer mig mega meget at skulle finde frem til, altså ende med noget, at man ender med et produkt.
- Ja, at det ikke bare er teoretisk, men at man rent faktisk kan få det til at du, til at være noget.
- Det er heller ikke bare at få en masse data og så kigge på dem.
- Nej præcist, man får det rent faktisk til at være noget, som man selv har fundet på, det synes jeg, er det fedeste arbejde, altså hvor man selv skal tænke lidt innovativt, være kreativ.
- Ja, det får man tit meget ud af, synes jeg.
- Ja, det synes jeg helt sikkert også og det tænker jeg da også, er noget vi skal bruge videre hen. Det bliver en vigtig ting at kunne.

Fængede det der med, at det skulle være noget, der skulle være nyttigt for andre eller for Jer selv i hverdagen?

- Altså vi brugte jo, vi tænkte, hvor kunne man optimere, altså minimere strømforbruget derhjemme. Vi tænkte lidt over det.
- Jeg synes også det var godt, at der var den der betingelse, at det skulle være miljøvenligt, for så havde man også lidt at gå ud fra, som ikke nødvendigvis skulle med, men så havde man noget, der allerede kunne sætte én i gang med at få ideer.
- Så vidste man det skulle være en sensor, så tænkte man ok, vi har en sensor, hvad kan vi så bruge den. Altså at man ikke bare havde fået af vide, ok, nu skal du bare opfinde noget, for så tænkte man, ok hvad skal vi.
- (Grin...) Bare gøre noget helt fra bunden, et eller andet, der kan redde miljøet! (... grin).
- Ja, jeg synes også det bliver lidt mere ud til den virkelige verden, for det kan vi jo også blive mødt med i dag, at skulle finde på, et eller andet, som er klimavenligt og som kan gøre hverdagen nemmere. Men igen, vi havde lidt lang tid til det.
- Jeg synes faktisk, at el-forløbet har været vildt langt i forhold til alt andet. Det har helt klart været det længste forløb, vi har haft.
- Men projektet kunne man måske godt have skyndt sig, for det skriftlige tager ikke så lang tid, for det er bare at fyre noget ned og forsøget, hvis man skynder sig, tar det måske to gange. Men det er jo også forskelligt, hvor langt folk kommer.
- Ja, det har også været sådan, at hvis du ikke har haft tid til at hjælpe, så har man godt kunnet være gået i stå. Så er man så gået over og prøvet med noget at det skriftlige, men så er man også blevet færdig med det og så kan man ikke komme videre, før man har fået noget hjælp. Så det skal måske være noget, hvor man ikke er så afhængig af din hjælp, eller sådan noget.

Det er jo det. Det er måske et dilemma i forhold til projektarbejde?

- Jeg synes det fungerede rigtig godt, jeg ved ikke hvem han var, ham der, der var inde at hjælpe i starten, men det fungerede vildt godt, at der var to, der kunne hjælpe.
- Ja, det var rigtig godt!
- Ja, vi er jo i princippet en stor klasse, det var nemmere sidste år, hvor vi var de der forsøgshold, hvor vi så kørte halvdelen af gangene. Det var rigtig nemt, egentligt, for os.
- Det var faktisk fedt.
- Hvis vi skal have hjælp, er der ikke så mange mennesker over det hele og der er mere ro. Det her med at vi har været hele klassen, det har været vildt uoverskueligt nogle gange.
- Mig og Carin, vi har prøvet at gennemgå nogle af de der forsøg, så er det som om, nu forstår jeg det lidt bedre end jeg egentligt gjorde før, men det er jo fordi, det der med at man er få mennesker, det gør, at så får man det bedre lært.
- Det bliver godt næste år.
- Ja, det gør det, det glæder jeg mig også til.

Så gruppearbejde er godt, hvis klassen ikke er for stor?

- Ja, helt sikkert, man kan jo hjælpe hinanden med at forstå det.
- Sådan tror jeg også generelt, det bliver, hvis der er en, der ikke forstår det, så forstår resten af klassen det nok og så kan man sådan lige forklare det.
- Også bare det der med at man får snakket om tingene med nogen og at man ikke bare står inde i ens eget hoved.
- Det kan også gøre det mere spændende og sjovt, når man ikke sidder helt alene med det og bare skal sidde og skrive.
- Det synes jeg også.

Når man får en opgave, at man har nogen at snakke med.

- Helt sikkert.

De der grundlæggende begreber, strømstyrke og hvad det nu hedder alt sammen, resistens og spænding og sådan noget. Hvordan er Jeres forståelse af det, efter I har haft det her forløb?

- Altså vil du have os til at forklare hvad det er?

Nej, overhovedet ikke.

- Jeg tror min forståelse er bedre, end den var før. Jeg må indrømme, at jeg har "slagget" rimeligt meget det sidste halve år, så jeg kunne nok have forstået mere, hvis jeg havde fulgt med mere end jeg gjorde, men jeg forstår det godt nok til at kunne bygge videre på det og kunne bruge det.
- Jeg forstår det meeeget bedre nu.
- Det går jeg også. Jeg synes faktisk, jeg har lært rimeligt meget i forhold til de første noter, man skrev omkring, hvad man vidste, så ved man meget mere nu.
- Ja, så kunne man nævne ordene, men ikke rigtig forklare dem, hvad har de noget at gøre med, altså sammenhængen mellem dem.
- Jeg synes også at det gik op for en, at modstand f.eks, det kan både være teoretisk, altså bogstavet R i en formel, hvor du kan regne alt muligt ud, men det er også en modstand rent fysisk, som stopper elektricitet. Det samme med strømstyrke også.
- Det er klart. Jeg synes især det med begreberne har fungeret godt, det har vi virkelig fået ind.
- Vi har også terpet det meget. Det har været et langt forløb. Men det er åbenbart også det, der virker.
- Man kan sige, at de her forsøg, som vi har lavet til sidst, kunne vi jo heller ikke lave uden en forståelse for det – det havde vi slet ikke kunnet.

Godt. Nu synes jeg vi har fået vendt nogle forskellige sten i forhold til det her.

Bilag 7 fokusgruppeinterview 2

Deltagere: Carin, Berit, Anna

Kommer I direkte fra folkeskolen eller har I været på efterskole eller andet først?

- Jeg har været på efterskole.
- Det har jeg også.
- Det har jeg ikke.

Hvorfor går I gymnasiet?

- Fordi jeg bare skulle vælge og så blev det bare det. Det er der ikke nogen speciel grund til.

Jamen slog du terninger om det eller hvordan?

- Nej, jeg skulle bare søge ind og så søgte jeg ind på både STX, HTX og HHX - og så tog jeg bare det, jeg først kom ind på.

Fair nok.

- Ja, det var HTX eller STX med naturfaglig linje, men jeg gad jeg ikke være en af de eneste få piger i en klasse eller på en årgang og så valgte jeg STX.
- Jeg skulle også vælge mellem HTX eller STX og så var der projekt begge steder, men jeg synes, det var meget praktisk anlagt på HTX og jeg kunne godt lide den teoretiske del og så blev det STX.

Hvad var det egentligt, der var udslagsgivende for Jer, var det brobygning eller aften-workshop?

- Min søster.

Din søster? Ja?

- Min søster har gået her før. Hun var faktisk selv ude at prøve nogle forskellige steder først, begge gymnasiet i Horsens. Hun sagde, at det var sådan meget koldt, at der var for mange til at det kunne være et hyggeligt sted at være. Så kom hun herud og det var meget anderledes og det kunne hun virkelig godt lide. Så de gange, jeg så har været med herude, så har jeg så selv kunnet opleve det og så kan jeg godt lide det der med, at det er sådan lidt en efterskole-følelse – der er så få, at man nogenlunde kender alle.
- Jeg har også en søster, som har gået her og havde hørt godt om gymnasiet på den måde, at der er plads til alle og at man bliver mødt godt. Så har jeg også været i brobygning i Horsens og der synes jeg, det her var meget hyggeligere.
- Jeg var til sådan et åbent-hus-arrangement lige da jeg skulle til at søge ind på en uddannelse, så var det herude og så tænkte jeg: fint, det er bare her. Der var virkelig ikke så mange tanker i det.

Du er jo handlekraftig.

- Jeg har bare gjort det.

Ja, udmærket.

Prøv at nævn nogle ting, der er gode ved Jeres klasse.

Vi er some what kloge alle sammen. Der kan være tidspunkter, hvor der liige glipper noget og nogen, der siger noget rigtig dumt, men resten af tiden er vi alle sammen nogenlunde intelligente. Det kan jeg godt lide.

- Jeg tænker også, vi er sådan rimeligt forskellige mange af os.
- - og alligevel er vi ikke.
- Men vi kan stadigvæk godt alle sammen snakke sammen. Vi har på en eller anden måde et fællesskab i klassen. Vi har jo noget, hvor alle kan få lov at være med.
- Ja, vi er sådan opdelt, men sammen om det.
- Ja.

Så forskellighed kan godt være noget, der giver sammenhold?

- Ja, det er jo ikke sjovt, hvis alle er ens.

Den havde jeg ikke lige regnet med. Der er selvfølgelig også nogle ting, der kan være anderledes, ik'?

Hvad kunne være anderledes i Jeres klasse, hvis I skulle bestemme?

- (pause)

Hvis der er noget?

- Ja, det er jo det.
- Man kunne altid ønske sig et bedre sammenhold, men det går jo nok. Det begynder at komme nu.
- Ja, det går fremad.

Hvorfor er det en process at få udviklet et sammenhold?

- Der var bare uenigheder, der var mange uenigheder, så var der flere uenigheder.
- Så tror jeg også, at man bare skulle lære hinanden at kende, for vi startede jo i grundforløb og så har man ligesom lært nogen at kende. Nogle af dem har man ført med videre og så har man tænkt, at man hurtigt skulle finde nogen og så er det blevet meget grupper. Efterhånden vil vi finde ud af, at der er andre udenfor grupperne og så bliver grupperne lidt større og så måske engang en stor gruppe.

Så der var noget gruppedannelse i starten, der spændte lidt ben for det?

- Ja, drengene for sig, pigerne det op i to grupper, måske tre.
- Vi var delt op i flere til at starte med.
- Ja, i starten var der virkelig mange forskellige grupper.

Så der var noget med pigerne?

- Ja, det var meget opdelt i 1. G. – men det er blevet meget bedre.
- Ja.

Hvordan var det opdelt?

- Jeg tror bare at det var meget fra starten, at vi kendte nogen hjemmefra eller fra grundforløb og så var det bare meget dem, man snakkede meget med i starten og så havde man lavet en lille gruppe. Så har man fundet nogle andre, man også snakkede med og så er man blevet lidt større og lidt større og sådan er det jo så bare gået hele vejen.

Er det kun pigerne, I gider at snakke med?

- Næ.
- Nej, overhovedet ikke.

Hvad gør I for at fremme trivslen i klassen?

- Prøver at snakke med alle.
- Prøver at skifte bord en gang imellem, selvom der er nogle, der prøver at gå imod det.
- Der bliver også holdt nogle klassefester – og alle er inviteret selvfølgelig.

Nå, det er alle?

- Ja, når vi holder klassefester. Det er ikke fair, at man udelukker nogen.
- Der er også nogen der inviterer til fødselsdage.

Hvad er Jeres holdning til lektier?

- Det er meget fint, synes jeg. Det er lidt irriterende en gang imellem, fordi man ikke har tid, men man får jo mere af vide, lidt mere forståelse, for så kan man lige sidde og arbejde lidt mere selv med det og prøve på at forstå det. Så er man forberedt til at få resten og den helt uddybende viden i timen.

Ja, så for at være tunet ind er det vigtigt?

Hvad tænker du?

- Jeg synes det er fint at have lektier. Det er en del af det og det er det der gør, at man også lærer noget og man formulerer for selv at fordybe sig. Man læser i sit eget tempo, det kan jeg godt lide.
- Jeg har det noget blandet med det. Der er nogle lektier, hvor jeg ikke forstår, hvorfor vi skal læse det, for så kommer vi herop og så bruger vi det ikke til noget eller også så gennemgår vi det. Nogle gange synes jeg det er fint, at vi læser noget og at det så bliver gennemgået, men andre gange, synes jeg det er spild af tid, hvis vi har siddet og læst noget og så bliver det bare gennemgået fuldstændigt. Så føler jeg at jeg enten kunne have ladet være med at læse det eller have undværet den der gennemgang. Jeg kan godt se, at en gennemgang er god, for så er man sikker på, at man har forstået det hele. Så det er lidt blandet, synes jeg. Så synes jeg det er træls, hvis der er for mange lektier, for man har bare ikke særlig meget tid derhjemme, når man også skal lave afleveringer og sådan noget.

I andre nikker? Jah

Hvis man skulle lave alle lektier, hvor meget tid skulle man så i gennemsnit sætte af til det hver dag?

- Man ville ikke have tid til så meget andet.

Hvor meget ville det være i timer?

- Jeg har ingen anelse.... Alt for meget.
- Jeg tror også det kommer an på, hvor grundig, man vil lave det. For en ting er, hvis man hurtigt gør det – en anden ting er, hvis man virkelig fordyber sig i det.

Så kan man nærmest ikke nå det inden for et døgn eller hvad?

- – i nogle perioder i hvert tilfælde. Så er der nogle perioder, hvor man godt kan nå det og også godt kan have tid til at fordybe sig i det.

Hvordan kommer I så om ved det? Hvordan gør I så, når I ikke kan løse opgaven til perfektion, hvordan løser I det så for Jer selv?

- Ja, det er spørgsmålet.... Så må man undgå at lave noget, vælge fra. Jeg går det, at jeg prøver at være to dage forud, så jeg i det mindste har en lille buffer, hvis jeg ikke når det, på en dag.

Så det der med at have en "edge"?

- Ja.
- Jeg tror, jeg sortere i det. Altså bare vælge det vigtigste, eller det jeg følte var det vigtigste.

Det gør du også? altså prioriterer?

- Ja, det tænker jeg i hvert tilfælde, at jeg gør.
- Jeg ved godt, at man skal prioritere, men det synes jeg bare er svært, for jeg vil helst have lave det hele – og have lavet det grundigt. Det kommer nogle gange til at tage for lang tid, hvor man så tænker bagefter, at det var ikke smart, at det kunne jeg godt have gjort nemmere. Så var man også kommet ordentligt tid i seng og havde rent faktisk også haft 5 minutter til også bare at slappe af i og sådan noget. Det er nogle gange svært at prioritere.

Så det du fortæller er, at du har prøvet at møde op uden at være udsovet, simpelthen fordi det tager for lang tid at lave lektier?

- Jeg synes i hvert tilfælde, at der er nogle gange, man bruger for lang tid på det, men det er måske fordi man.... Eller sådan har jeg det i hvert tilfælde, jeg skal bare lige have lært at prioritere – og det kommer, men man skal bare lige vænne sig til det.

Så du siger, det kommer, det der med at prioritere?

- Ja, det er bare fordi, når man kommer fra folkeskolen og er vant til at nå det hele grundigt hele tiden, så skal man lige.... Det kræver lidt tilvænning, at det kan man så ikke.
- Det er en lille rar egenskab at kunne prioritere...
- Ja (grin).

Kan man lære det uden at være presset, tror du?

- Så tror jeg ikke man mærker konsekvensen ved ikke at gøre det.

Det var nok et lidt ledende spørgsmål, beklager!

Hvem hjælper Jer med lektier og de opgaver, I har?

- Venner.
- Det er nok nogen af det eneste, som forstår, hvad der måske står i bogen.
- Altså hvis jeg ikke kan finde ud af noget, så spørger jeg bare nogen. Så plejer man at finde ud af det på en eller anden måde. Ens forældre, de kan ikke rigtig finde ud af det.
- Nej, det kan de virkelig ikke!

Men forsøger de at forsøge at følge med?

- Nej.

Måske, hvis man gav dem muligheden. Måske er et enkelte tyske ord eller hvis man er heldig at ens far kan lære en lidt om elektricitet.

- Ja, det kommer faktiske meget an på faget. I danske, det der med at læse en tekst og forstå den, det kan min mor også godt hjælpe med, sige: Det her kunne være noget budskab-agtigt.
- Der bruger jeg sådan set min søsters kæreste...
- Ja, det kan man jo også.
- Han er dansklærer, så det er helt perfekt.
- (grin).

Bruger i IT, altså internettet og de sociale medier til at få hjælp til en opgave?

- Ja, jeg skriver med mine venner der om aftenen for at finde ud af det.
- Eller hvis der f.eks. er et eller andet ord, man ikke forstår, så plejer man bare lige at slå det op på nettet, for så giver det mening.

Har i en face book gruppe her i klassen?

- Ja, men den bliver ikke rigtig brugt så meget, men der er
- Vi har en messenger-gruppe, men det bliver ikke brugt.
- Det har vi faktisk også, men den bliver heller ikke brugt.

Hvad er egentligt grunden til at den ikke bliver brugt?

- Det er fordi 26 mennesker i en messenger-gruppe, det er for mange. Måske det man skriver ikke er noget, hele klassen har behov for at vide. Vores face book 2.A gruppe, er sådan til informationer, f.eks. omkring studenterkørsel eller huer eller lignende.

Så i bruger den mere til sådan noget information og sådan noget?

- Ja.

Det ved jeg ikke, om jeg skal springe over den der med, hvad er formålet med at lære fysik, eller bider I på den?

- Det er måske meget individuelt. Det er meget med, hvad man selv gerne vil have ud af det.
- Jeg synes, fysik er fedt, fordi jeg lærer noget om verden omkring mig, altså, hvorfor tingene fungerer, som de gør. Det behøver jo ikke være det alle synes, er det gode ved fysik, men det er derfor, jeg gerne vil have fysik.
- Det er faktisk også lidt á lá det samme herovre.
- Det er også det.

Så der er noget dannelse i det, for at kunne begå sig og være borger og...

- Måske ikke så meget for at kunne begå sig, men bare for at kunne forstå.

Kunne klare sig?

- Bare forstå, hvorfor ting er, som de er – hvorfor et fly flyver på en bestemt måde, airodynamik og sådan noget. Man behøver jo ikke at kunne bruge det, for at kunne blive gode dannede borgere. Det var en nysgerrighed om, hvordan ting fungerer.
- Jeg synes, det var meget det der med, at jeg gerne ville have en dybere forståelse af, hvorfor ting er, som de er. F.eks. det der med: muren den er rød, fordi der er nogle farver, der bliver absorberet

og reflekteret og sådan noget og det er der derfor, den er rød. I stedet for at, den er rød fordi det er den farve mursten har. Det der med, at man får det dybere lag i, hvorfor tingene fungerer, som de gør.

- Det er jeg også enig i.

Hvad er sværest at lære i fysik?

- (pause) Øh, Ja, jeg tror egentligt ikke der er noget, der sådan er sværest at lære, det handler bare om, hvor meget viden, man får om det – og på hvilken måde. Jeg kan ikke rigtig komme på noget, der er direkte sværest.
- Jeg har heller ikke noget specifikt, men det, jeg synes er sværest at lære, det er det, der ikke interesserer mig, det gider jeg heller ikke lære noget om, det synes jeg, er svært at få til at hænge fast. Det kommer bare ind ad det ene øre og ud af det andet, fordi det synes jeg ikke, er spændende og så forsvinder det bare.

Kan noget, der ikke er spændende i sig selv, gøres spændende?

- Det kan det nok godt, hvis man nu finder ud af, hvad man synes er spændende, så kan man måske pege det lidt i den retning. Så kan det være man synes den del er spændende og når man så får forståelse for det, så kan det være, man også synes, resten også bliver spændende, fordi man så kan se, at der er sammenhæng i det.

Så det er noget med nogle gange at komme i gang med det, for så ser man noget, der ikke var der?

- Ja.

Hvad tænker du?

- Jeg tror heller ikke, jeg har noget specifikt, der er sværest at lære.

Hvad er det vigtigste I har lært i det her forløb om el-lære?

- Jeg ved ikke, om jeg kan sig, at noget er det vigtigste. Jeg tror ikke, at man kan sige, at noget er det vigtigste, sådan generelt. Viden om, hvordan elektricitet fungerer.
- Jeg tror også, at det generelt er svært at sige, hvad der er det vigtigste, men det er vigtigt, sådan generelt at få viden om elektricitet og el og hvordan det fungerer. Så tænker jeg de der formler, de der helt centrale formler, de er ligesom grundlaget for alt det andet, så det giver bare mening, hvis man forstår de formler, synes jeg.

Hvad er det for formler, kan du give eksempler på det? Ikke fordi, vi skal sidde og terpe nu.

- Det er det der resistans, strømstyrke og spænding og sammenhængende mellem dem.

Hvornår mener I egentligt, man har lært noget?

- (pause). Det ved jeg faktisk ikke helt. Altså, når man kan huske det, selvom der er gået to måneder, så tænker jeg, man har lært det, eller at det kan genopfriskes og man så tænker, nå ja. Ellers kan det være, det bare er en korttids lærdom, som ikke er helt tung.
- Jeg synes, man har lært noget, når man kan sætte den viden, man har lært i perspektiv til andre ting og selv tænke videre. Eller føler jeg måske bare, det er noget, jeg kan huske, men det er måske ikke nødvendigvis noget, jeg har lært, jeg kan bare huske, at det er sådan. Jeg føler, jeg har lært noget, når jeg kan bruge den viden, til at lære noget nyt, selv tænke videre, så synes jeg, jeg har lært noget.

Det tænker jeg også lidt i tråd med det, at når man sådan har forståelse for det. Det er først, når man sådan rigtig forstår, at man ordentligt har lært det, tror jeg.

Hvad vil det sige at have forståelse for noget?

- At kunne bruge det.
- Ja, hvis man kan bruge det til noget, så må man jo have forstået det og hvis man har forstået det, så har man lært det.

Kan det lade sig gøre at forstå noget, man ikke kan bruge?

- Ja. Der kan godt være nogle emner, hvor jeg tænker, ok, jeg forstår godt det her, hvordan det hænger sammen, men jeg kan ikke bruge det i min hverdag, så det tænker jeg da, der er.
- Helt sikkert.

Så forståelse kan godt stå alene på den måde?

- Ja.

Men det at kunne bruge det, det er også en del af det at lære. Det er også en form for læring?

- Ja.

Prøv lige at giv nogle eksempler på noget, I har lært i fysik.

- Jeg tænker, vi har lært meget, også i 1.G, der synes jeg virkelig, vi lærte meget. Man lærte mange ting indenfor et bredt felt. Det var rigtig gode ting, man lærte, for det var indenfor nogle fede emner.
- Det med bølger og lys. Det med planbølger, som går mod en væg og så bliver spredt af et lille mellemrum og så bliver til ringbølger. Der så sker en interferens, man får så en laserstråle i flere forskellige ordner. Det er konstruktiv interferens, der sker i de specifikke punkter, der så leder ud til en specifik orden og så at der sker destruktiv interferens i andre punkter, hvorfor der så ikke kommer lys ud af det.
- Jamen vi har jo lært om atomer og atomkerner og henfald. Så sådan noget med radioaktiv stråling og? Det havde vi meget, så lærte vi om det.

Så kan man jo have undervisning på mange forskellige måder, man kan have tavle-undervisning eller rende rundt i gymnastiksalen, men hvordan lærer i ting? I hvilke situationer er det I føler, at nu lærer I virkelig noget?

- Jeg tror jeg lærer mest noget af at læse noget, måske gennemgå det sammen og så lave opgaver i det. Ikke sådan det praktiske, det skal være teoretisk.

Du er teoretiker?

- Ja.
- Jeg tænker få alt det teoretiske ned, virkelig forså det teoretiske og så se om man kan få det ført ud og så forstå, hvorfor der sker et eller andet i et forsøg på baggrund af teorien. Så "basically" det samme, som hun sagde, bare så også med en praktisk del bagefter.
- Jeg synes det er fedt, det der, når man gennemgår tavle. Altså når man gennemgår formler på tavlen og får dem udledt og sådan noget, for så kan man se, hvor de kommer fra og hvordan de er bygget op. Jeg synes, det er fedt, når jeg har lært de her formler og sådan virkelig forstår dem og så

kan regne lidt opgaver i dem – altså ikke for mange, for det er kedeligt – men en lille smule. (grin). Så komme ind og lave nogle forsøg, som har relevans til de her formler, for så kan man også se, hvordan man rent praktisk kan bruge dem. Men så synes jeg også, det er fedt, når man laver de der forsøg, at man måske få lov til at lave noget, der er lidt ud over det, forsøgsvejledningen siger, fordi jeg synes tit, så gør man det og så bruger man de formler og så er det det. Jeg synes nogle gange det er mega fedt at få lov til at gøre et eller andet, man selv synes er mega fedt, fordi så har man også interessen for det og så bliver det sjovere.

Hvornår har I gjort det? Kan du give nogle eksempler?

- Det gjorde jeg i min SRO. Der havde jeg "det skrå kast" og der beregnede jeg den der kraft og det synes jeg er mega fedt, for det er noget andet, det er det, jeg synes er spændende.

Hvordan oplevede i det, det der med at lave den stop-motion aktivitet?

- Forvirrende. Ikke særlig godt. Jeg ved ikke hvor meget jeg lærte af det, fordi jeg ikke havde fået så meget teori, jeg havde ikke fået nok teori til at kunne lære det eller lave det, så det var ordentligt.
- Jeg synes heller ikke, vi fik noget ud af det. Det gik rigtig lang tid med at få lavet det der modellervoks, få taget billeder og redigeret det. Det emne, vi havde om, det var fint nok, at vi forstod det, men så havde vi om det emne bagefter og så kunne vi ligeså godt bare have læst bogen og så havde vi lært det.
- Jeg hader bare stop-motion. Jeg hader, når man skal lave en eller anden film, uanset om det er stop-motion eller en eller anden film, jeg hader det.

Hvorfor hader du det?

- Jamen, jeg synes det er kedeligt og så skal man finde på alt muligt og man skal klippe det sammen og det er teknik og det... nej, det er træls.
- (grin).
- Jeg synes det er Så træls at lave sådan noget film-noget – og det er ligegyldigt i hvilket fag, det er. Jeg hader det også, når vi skal gøre det i dansk eller i oldtidskundskab eller... altså, jeg synes, det er træls. Jeg kan ikke være kreativ på den måde, der kommer ikke nogle gode ideer, det er sådan, der bliver bare lukket.

Hvad skal der til for at du kan være kreativ? Det synes jeg er meget interessant.

- Hvad der skal til, for at jeg kan være kreativ?

Ja, du sagde, du ikke kunne være kreativ i stop-motion-aktiviteten, hvad mangler der?

- Jeg tror bare, det har noget at gøre med, at jeg har sagt, at jeg ikke kan lide det. Jeg tror bare, det er blevet helt generelt for mig, at hver gang vi skal lave film, synes jeg, det er træls. Ligegyldigt hvad det er, så synes jeg bare, det er træls.

Så det er blevet sådan en aversion?

- Ja, det tror jeg faktisk det er.

Kan du sætte ord på, hvad det er for ting, der gør, du synes, at det er – tidsspild? Kan man bruge det ord?

- Jeg synes ikke, det er tidsspild, jeg synes bare, det er en træls måde at bruge sin tid på. Jeg synes virkelig stop-motion, det er irriterende. Det er fordi det er det der med, så skal du selv komme på en ide, så skal du udføre den og så skal du klippe og så skal du klistre og så skal du modellere og så

er der et eller andet, der går galt og så virker dit program ikke og så skal man have det hele over i et nyt program og så..... Altså, alle omstændighederne omkring det, det synes jeg, er mega træls. Jeg tror faktisk meget det er det, det er omstændighederne.

Hvad er omstændighederne?

- Det er de der programmer, at man skal bruge modellervoks og sådan noget.

(grin).

- Og så det der med at du skal have en plan, du er nød til at have en plan for den film, du laver.

(grin).

- Det gider jeg heller ikke.

Det gider du heller ikke?

- Nej.
- Det faktum, at man skal have en plan og lave en plan.

Da du lavede det der SRO projekt med den der kanon, havde du der ikke en plan?

- Nej.
- (grin).
- Jeg går hen og gør det, og så håber jeg på det bedste. Det er virkelig sådan, jeg gør det, for jeg kan slet ikke sådan....

Men du kiggede da i bogen? For du ville da se, om du kunne finde ud af, om det passede med noget teori, ville du ikke det?

- Jo, det var fordi jeg havde den der formel. Det var fordi, jeg jo synes, det ville være spændende det der med, at den der kraft havde en indvirkning på, hvor langt den der bold kom. Fordi jeg synes ikke rigtigt, der var nok i bare at beskrive den på vinklen, fordi jeg synes ikke, det er nok til at beskrive kastet. Så var det jeg tænkte, at jeg også gerne ville have det der med den der kraft på kanonen med. Det var jo heller ikke noget, jeg havde tænkt, jeg ville, men det var fordi jeg synes, det kunne være fedt, fordi jeg synes, der mangler noget. Så var det det, jeg tænkte, vi putter det ind, for at jeg ligesom syntes, der var fyld nok på. Jeg følte ikke, min opgave ville være færdig, hvis jeg ikke havde det med.

Men du kunne ikke have gjort det, hvis du ikke havde haft en plan?

- Nej, men jeg havde også en plan om, at jeg ville måle kraften på kanonen og så prøvede jeg at finde en formel til det.

Hvad er så forskellen på det og så stop-motion? Jeg skal bare forstå, hvad du siger.

- Stop-motion – så skal du planlægge den ene scene, så skal du planlægge den næste scene og det hele skal hænge sammen. Hvis der er en ting, der ikke passer ind, så falder resten også bare fra hinanden. Altså, man kan ikke bare sådan gøre det lidt henad vejen. Jeg kan godt lide, når man bare kan gøre det, sådan som det kommer.

Prøve sig lidt frem?

Ja. Med stop-motion, hvis du prøver dig lidt frem og det så går galt, er du nødt til at starte helt forfra.

Er man? (grin)

- Ja.

De der kritikpunkter, har det fået noget til at poppe op i jeres hoveder, som enten kan forstærke det eller komme med nogle andre inputs i forhold til det?

- Jeg er enig.
- Det er jeg også. Det var det der med, at så havde vi det for som lektie og så synes jeg ikke, at alle de gange, vi så havde brugt på det, ligesom havde givet noget. Det var lidt det, der var ærgerligt.

Så, (grin) ved jeg ikke rigtig, om jeg tør tage den næste.... Det tror jeg faktisk ikke jeg vil (grin). Jeg tror vi stopper her. Hvordan oplevede i så projektarbejde (grin)?

- Altså igen, lidt mere teori bag ville have fungeret rigtig godt, men så igen til et projektarbejde, der er meget individuel pr gruppe, hvor der er 8-9 grupper, det er så lidt svært at finde al den teori til alle de punkter. Det ville heller ikke give mening, at alle skulle vide alt det. Jeg synes, det fungerede egentligt ret fint – eller ret godt. Vi fik tingene sat sammen og det gav mening og vi fik sat tingene sammen rigtigt.
- Jeg synes, det var godt, man selv kunne vælge, hvad man gerne ville arbejde med.

Det var godt man selv kunne vælge, hvad man ville arbejde med - hvorfor er det godt?

- For så kan jeg tage det, jeg selv synes, er spændende. Jeg synes virkelig, det er træls, at sidde og lære om noget, der ikke interesserer mig.

Det var faktisk også det, du sagde lidt tidligere?

- Ja, jeg synes bare, det giver ingen mening for mig.

Så det der med selv at kunne vælge, det er vigtigt for dig.

- Ja, eller i hvert tilfælde at have indflydelse på det på en eller anden måde.

Berit?

- Jeg tror, jeg synes det var fint, at man kunne få lov til at fordybe sig i det, men jeg tror jeg synes, det blev lidt for ustruktureret for mig. Jeg kan godt lide, at der er lidt mere struktur, måske lidt mere teori og så kan jeg godt lide, at der er nogle faste rammer. Det har der jo ikke været her, fordi det var så forskelligt, hvad vi skulle, men det havde nok gjort det nemmer for mig i hvert tilfælde.

Du bøvlede jo også noget med det...

- Ja, helt vildt.

Men I kom jo i hus med det.

- Ja, det gjorde vi, men det var fornemmelsen af, at vi havde brugt så mange fysiktimer på det, hvor vi ligesom ikke... det var lidt ærgerligt. For vi ville jo gerne være kommet i hus med det lidt tidligere, så vi rent faktisk kunne have brugt målingerne til lidt mere.

Jeg kunne mærke frustrationerne.

Ja, det var vildt ærgerligt.

Jeg havde også fornemmelsen af – nu må du så korrigere mig – at du tænkte, det var træls, at der ikke var tid nok til, at jeg ikke med det samme kunne komme hen og give Jer et skub videre, men at der var så mange, jeg skulle hen og snakke med.

- Ja, det tror jeg måske alle syntes. Alle ville jo gerne have hjælp med det samme. Ja, jeg synes det var ærgerligt, at der var nogle timer, der gik, uden at man havde fået hjælp, fordi så var vi lige vidt næste gang, når det ikke virkede. Det syntes jeg var ærgerligt.

Hvordan kunne man løse det problem?

- Altså vi havde jo en hjælperliste.
- Ikke at den blev fulgt!

Nå den var vist til mig?

- Nej det var ikke sådan ment. Alle sagde jo Hans vær venlig lige at hjælpe, Hans vær venlige lige at hjælpe.... Så er den jo svært at holde og så kom vi også nogle gange til at skrive den i det forkerte lokale og så er det jo svært. Men lidt mere struktur, at der var en hjælperliste og så blev man henvist til den og så var det bare ærgerligt, hvis den var lang – eller hvis man havde fået hjælp en gang og så lige skulle have hjælp igen... Men det er også svært med en lærer til så mange forskellige projekter, kan man sige. Der var meget at nå.

Ja, det er jo en ting, men så er der andre ting ved projektarbejdet. Det skulle jo have noget med virkeligheden at gøre, det skulle løse et eller andet problem, som havde noget med Jer at gøre og det skulle ende op med, at I havde et eller andet, I kunne bruge til noget.

Var der nogle af de ting, som fængede jer i det?

- I starten ikke helt, for: hvad skal vi gøre, vi kan ikke lave det her, for vi har ikke den her ting, så var der to moduler, hvor vi ikke var der, men da vi så fik den der IC555ér (?) begyndte det at fænge, fordi det var besværlig at finde ud af, hvordan den fungerede, men det var sjovt, at finde ud af det. Vi fik lært hvordan den fungerede, kunne sætte os ind i det.
- Jeg synes, det var fint, at man kobler det op til virkeligheden. Vi havde svært ved at finde på noget med det vi havde og det vi kunne finde ud af og i forhold til det, der er lavet, det var svært. Men det er en fin ting, at man skal prøve at trække paralleller til virkeligheden, det synes jeg virkelig.

Majken, hvad tænker du? Du har sagt noget, det der med at man selv kunne vælge, men der var jo også andre ting, det der med, at det skulle være bæredygtigt?

- Jeg synes, det er fint, der er sådanne nogle ting, for så bliver man ligesom sporet ind, så kommer man automatisk over i at tænke i den retning og så får man måske indskrænket mulighederne lidt. Det er nemt nok at komme på en idé, men hvis man så tænker, den skal også være bæredygtig, så er der mange ideer, der bare ikke fungerer. Så er det ligesom hurtigere at komme i retning af en god idé i stedet for at have en hel masse forskellige og så tænke, er den bedre - end den? Det er fint nok, der er nogle ting, der er sådan lidt benspænds-agtige, som gør, at man er nød til at prøve at tænke i en retning, i stedet for at skulle tænke sådan helt vildt bredt. Det synes jeg, er ok.

Jeg tror vi har været igennem.

Bilag 8 Evaluering af forløb om ellære – spørgeskema.

Særskilt bilag

Bilag 9: Evaluering af forløb om ellære – resultater.

Særskilt bilag

Hvordan oplever du som elev livet på TG

Denne del af spørgeskemaet har til formål at undersøge og forbedre det sociale og faglige læringsmiljø til glæde for alle. Du bedes besvare skemaet så præcist som muligt. Skemaet skal udfyldes anonymt, så skriv ikke navn på. Tak for hjælpen.

Spørgeskemaet er udarbejdet af forskerne Steen Beck og Michael Paulsen fra Syddansk Universitet og tilpasset til Tørring Gymnasium.

**Skal udfyldes*

1. 1. Min baggrund

Markér alle, du er enig i.

- Mand
- Kvinde

2. Alder

3. Jeg startede på TG direkte efter 9. klasse

Markér alle, du er enig i.

- ja
- Nej

4. Har mindst en af dine forældre gået på gymnasiet eller HF.

Markér alle, du er enig i.

Ja

Nej

5. Jeg har gået på efterskole inden jeg startede på TG

Markér alle, du er enig i.

ja

Nej

6. Jeg har været i gang med en anden ungdomsuddannelse

Markér alle, du er enig i.

ja

Nej

2. Min motivation

9. Jeg bidrager positivt til det sociale miljø i klassen / på mine hold (fx: forsøger at skabe god stemning i klassen, deltager i fælles arrangementer, interesserer mig for mine klassekammerater)

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
I høj grad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slet ikke

10. Jeg laver ofte mine lektier og er forberedt til timerne i de fleste fag

Markér alle, du er enig i.

- Ja
 Nej

11. Jeg møder stort set op hver dag til alle timer

Markér alle, du er enig i.

- Ja
 Nej

12. Jeg får nok hjælp og støtte til at lave lektier (af familie, venner, klassekammerater, lærere etc)

Markér alle, du er enig i.

- Ja
 Nej

4. Min klasse / mit hold

13. I min klasse arbejder vi godt sammen og støtter hinanden fagligt

Markér alle, du er enig i.

Ja

Nej

14. I min klasse har vi det socialt godt sammen

Markér alle, du er enig i.

Ja

Nej

15. I min klasse er der for meget uro, larm, snak, forstyrrelser og lignende

Markér alle, du er enig i.

Ja

Nej

5. Min brug af it

16. I undervisningstiden bruger jeg computeren til faglige formål (fx noter, søge efter faglig information på nettet, løse opgaver)

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
I høj grad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slet ikke

17. I undervisningstiden bruger jeg computeren til sociale formål (fx chat, Facebook etc.)

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
I høj grad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slet ikke

6. Undervisningen

18. Jeg kan bedst lide følgende former for undervisning (sæt gerne flere end et kryds)

Markér alle, du er enig i.

- Læreren fortæller og jeg har mulighed at stille spørgsmål
- Samtale og diskussion i klassen
- Grupperarbejde med mindre opgaver
- Grupperarbejde med større projekter
- At arbejde alene

19. Jeg kan bedst lide, når (sæt gerne flere end et kryds)

Markér alle, du er enig i.

- der er en fast struktur, opgaver med klare svar og læreren styrer undervisningen
- der er mulighed for at tænke selv, være kreativ og arbejde frit
- der er ro omkring mig, når jeg skal lære noget
- der er mulighed for at snakke, både fagligt og socialt, med dem omkring mig

7. Skolen

20. Jeg kan godt lide at gå i skole

Markér alle, du er enig i.

- Ja
- Nej

21. Jeg kan godt lide at være elev på TG

Markér alle, du er enig i.

- Ja
- Nej

22. Jeg er bruger ofte flexmodul og mellemtimer på studie aktiviteter

Markér alle, du er enig i.

- Ja
 Nej

23. Jeg kommer ofte til de fælles arrangementer, der foregår på skolen (fx fester, fredagscafe)

Markér alle, du er enig i.

- Ja
 Nej

24. Det er vigtigt for mig at have indflydelse på, hvad der sker her på skolen (fx undervisningen, de fælles arrangementer og reglerne på skolen) 9

Markér alle, du er enig i.

- Ja
 Nej

Ellære

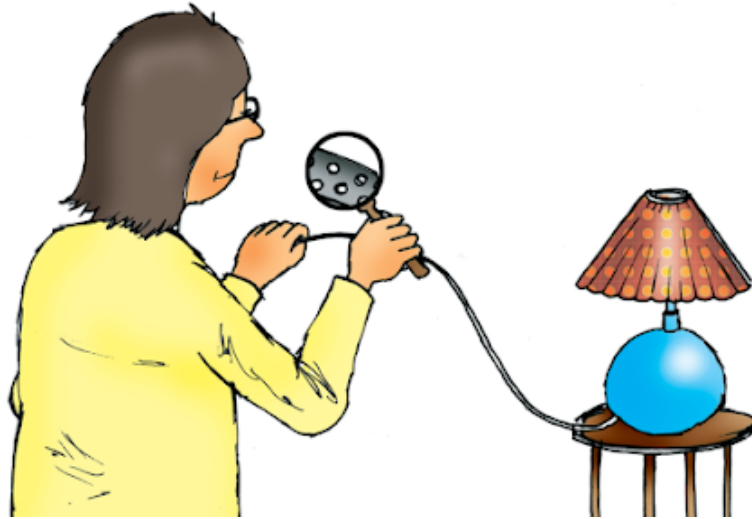
Denne del af spørgeskemaet handler om, hvad dit faglige udbytte af undervisningen i ellære har været og hvordan du som elev har oplevet de forskellige undervisnings aktiviteter undervejs. Formålet med undersøgelsen er at skabe de bedst mulige betingelser for læring, til glæde og gavn for alle.

25. Hvad viste du om elektricitet inden forløbet om ellære? *

26. Hvad er det vigtigste du har lært om elektricitet i forløbet om ellære? *

2. Strømstyrke

27. Hvad sker der, når der er strøm i ledningen?



28. Hvad er definitionen på strømstyrke?

29. Hvilken enhed måler man strømstyrke i?

Markér kun ét felt.

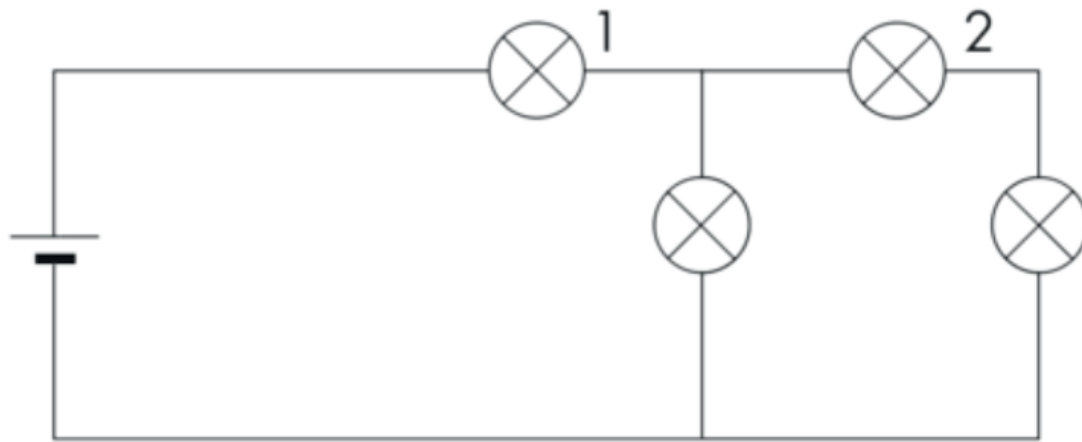
Joule

Volt

Ampere

Ohm

30.



Fire elektriske pærer er koblede som vist på nedenstående diagram.

Strømstyrken gennem pære 1 er 2,0 A, og strømstyrken gennem pære 2 er 0,5 A.

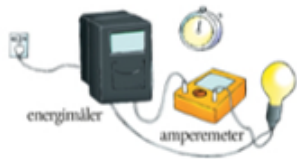
Hvad er strømstyrkerne gennem de sidste to pærer?

Markér kun ét felt.

- 1,0 A i begge pærer
- 1,5 A og 0,5 A
- 2,0 A og 1,5 A

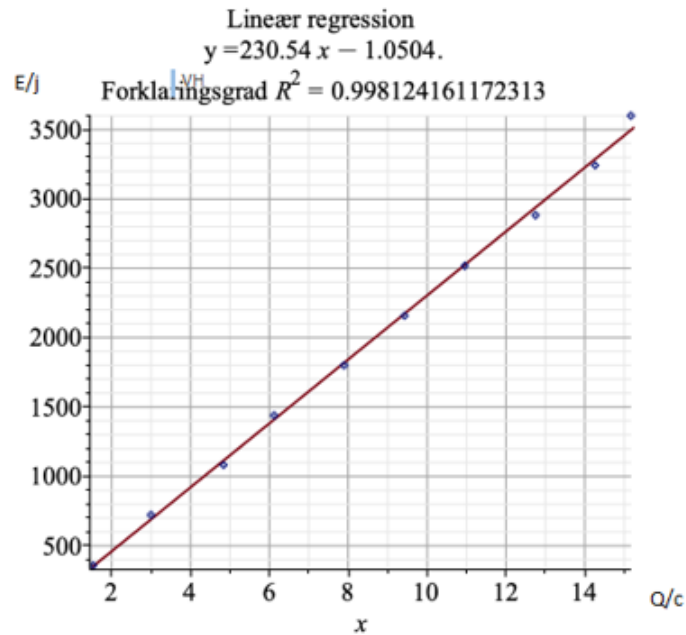
3. Spænding

31. Klasseforsøg



I/A									
$I \cdot \Delta t/C$									
E_{el}/J									

Tegn en graf, der viser sammenhængen mellem omsat energi og ladning.



Vi lavede et fællesforsøg på klassen, hvor vi målte strømstyrke, tid og energiforbrug på en gammeldags glødepære, der var forbundet til El-nettet via en stikkontakt. I lavede en graf med Energi på y-aksen og produktet af strømstyrke og tid på x-aksen. Forklar med egne ord, ideen med forsøget og hvordan man kan fortolke hældningen på grafen.

32. Jeg lærte noget af klasseforsøget.

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
Helt enig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt uenig

33. Hvilke elementer af klasseforsøg motiverer dig

Markér alle, du er enig i.

- Jeg forstår teorien når jeg ser et eksperiment
- Jeg slipper for selv at fumle med tingene
- Undervisningen kommer tættere på virkeligheden
- Den efterfølgende fortolkning af resultaterne i klassen
- Jeg lærer at arbejde praktisk gennem at se andre gøre det.

4. Resistans

34. Hvad er definitionen på modstand

35. Forklar med dine egne ord hvad du forstår med begrebet resistans

36. Hvad afhænger resistansen i en ledning af?

5. Effekt

37. Hvad er definitionen på effekt?

38. Forklar med egne ord hvad det vil sige at en pære er på 40 watt.



39.

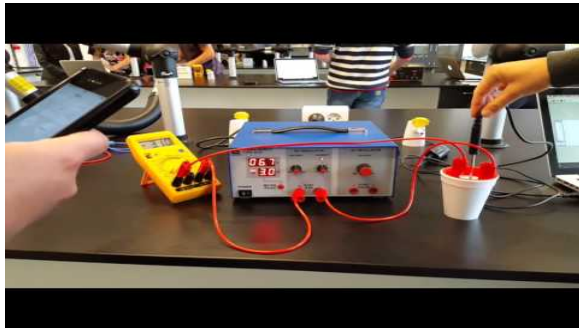
Vi slutter en regulerbar elradiator til 230 V. Den kan indstilles på tre effekttrin. På det laveste trin er strømstyrken 1,5 A.

a. Beregn radiatorens effekt på dette trin.

Effekten på de to andre trin er hhv. 575 W og 1 035 W .

b. Beregn de to tilsvarende strømstyrker.

Joules lov



<http://youtube.com/watch?v=mcaWNt8DvII>

40. Jeg lærte noget af forsøget med Joules lov

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
Helt enig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt uenig

41. Hvilke elementer af laboratorieforsøg motiverer dig (gerne mere end et kryds)

Markér alle, du er enig i.

- Jeg bruger alle mine sanser
- Jeg forstår teorien når jeg udfører eksperimenter
- Jeg slipper for teori og opgaveregning
- Jeg fik en kritisk forståelse for hvordan man overhovedet opnår erkendelse i fysikfaget.
- Jeg kan lide at eksperimentere
- Jeg lærer at arbejde praktisk

42. Uddyb gerne dit svar

6. Projektarbejdet

43. Forklar ideen med jeres projekt.

Fysik B - Projektarbejde 2019

Sensorer

Opgaven

I projektet udvikler I et produkt, som andre kan have glæde af, og som kan bruges i hverdagen.

Produktet kan være med til at gøre dit personlige forbrug mere bæredygtigt eller være med til at dit daglige energiforbrug formindskes eller produceres mere bæredygtigt?

Som en del af projektarbejdet udfører I målinger og test af jeres sensorer og elektriske komponenter, og udfører evt. andre målinger, der er relevante forhold til udviklingen i af jeres produkt.

44. Jeg lærte noget af projekt arbejdet

Markér kun ét felt.

1 2 3 4 5

Helt enig I nogen grad

48. Det er bedst at jeg selv vælger det projektemne jeg arbejder med.

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
I høj grad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slet ikke

49. Arbejdsglæden er lige så vigtig for mig som det jeg lærer når jeg laver projektarbejde

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
I høj grad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slet ikke

50. Jeg kunne lave noget der var bæredygtigt

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
I høj grad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slet ikke

51. Jeg lavede noget der havde noget med min hverdag at gøre

Markér kun ét felt.

	1	2	3	4	5	
I høj grad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slet ikke

52. Uddyb gerne dine svar

53. Kom med ideer til andre måder man kunne have tilrettelagt projektarbejdet på

7. Stopmotion

54. Forklar ideen med jeres "Stopmotion"

Hvad er en watt?

Lav en stop motion på mindst 3 minutters varighed, der demonstrerer en af følgende problemstillinger

- a) hvad der sker i et elektrisk kredsløb, hvor man forsyner hhv. en 60 watts pære og en 40 watts pære med strøm fra elnettet og hvorfor det koster mere at forsyne en 60 watts pære end en 40 watts pære.
- b) hvorfor der omsættes mere energi i en glødepære end i to glødepærer i serie.
- c) hvorfor det koster mindre at forsyne en led pære med strøm end en glødepære.

55. Jeg lærte noget af at lave stopmotion

Markér kun ét felt.

1 2 3 4 5

Helt enig Helt Uenig

56. Hvad lærte i konkret om elektricitet som i ikke vidste eller ikke var opmærksomme på før.

57. Hvilke elementer af arbejdet med "Stop motion" motiverede dig (gerne flere kryds)

Markér alle, du er enig i.

- Jeg havde mulighed for at bruge den forklaringsmodel som gav mest mening for mig.
- Jeg udnyttede mine kreative evner
- Jeg blev mere fokuseret på at forstå og forklare mine målinger
- Jeg fik en kritisk forståelse for hvordan man overhovedet opnår erkendelse i fysikfaget.
- Jeg slap for at lære teori eller lave fysikopgaver.
- Jeg kan bedre forestille mig tingene når jeg skaber bevægelse

Andet: _____

58. Uddyb gerne jeres svar

59. Kom med ideer til hvordan man ellers kunne tilrettelægge "Stopmotion" aktiviteten på.

60. Hvad har især bidraget til din læring? (Gerne mere en et kryds). *

Markér alle, du er enig i.

- Teori på tavlen
- Eksperimentelle øvelser i laboratoriet
- Stopmotion
- Opgaveregning
- Projektarbejde
- Demonstrationsforsøg i klasselokalet
- Virtuelt forsøg
- Film

Andet: _____

Dette indhold er hverken oprettet eller godkendt af Google.

Google Analyse

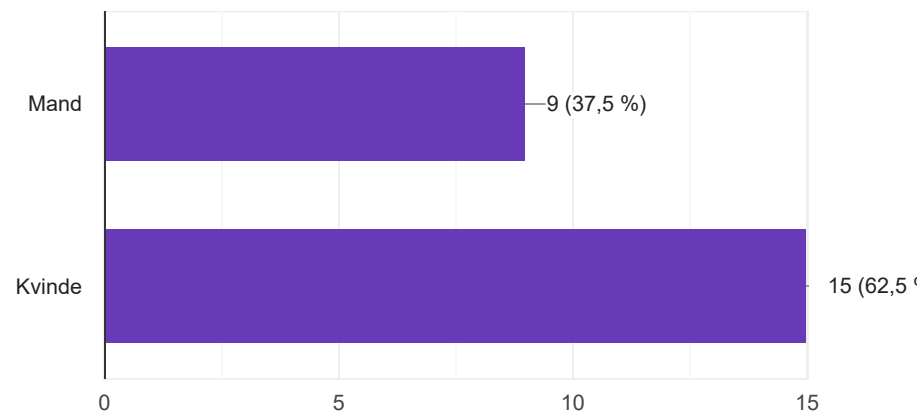
Spørgeskema om hvordan du som elev oplever livet på TG

25 svar

[Offentliggør analyse](#)

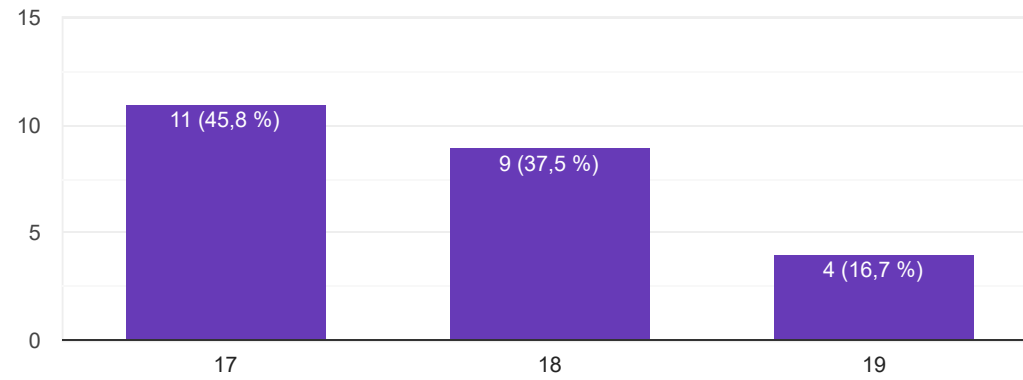
1. Min baggrund

24 svar



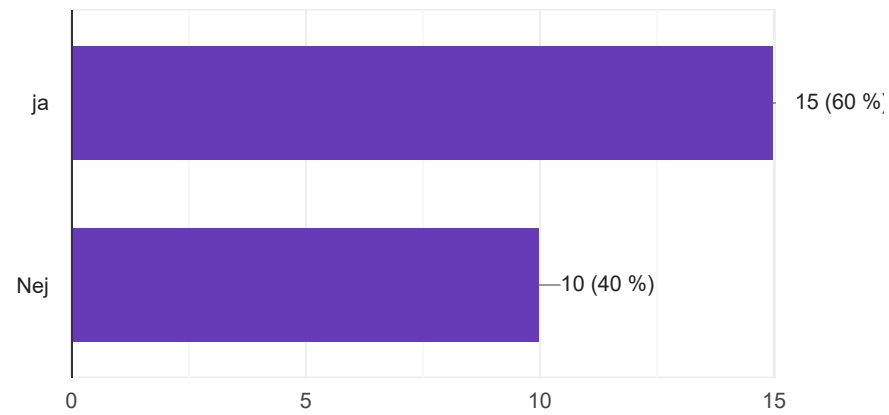
Alder

24 svar



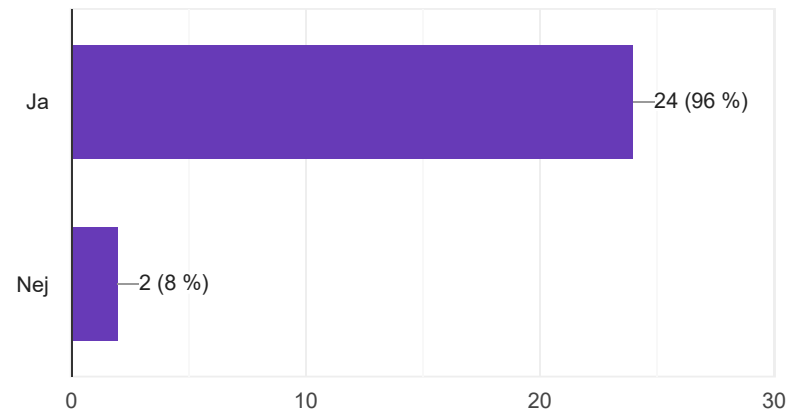
Jeg startede på TG direkte efter 9. klasse

25 svar



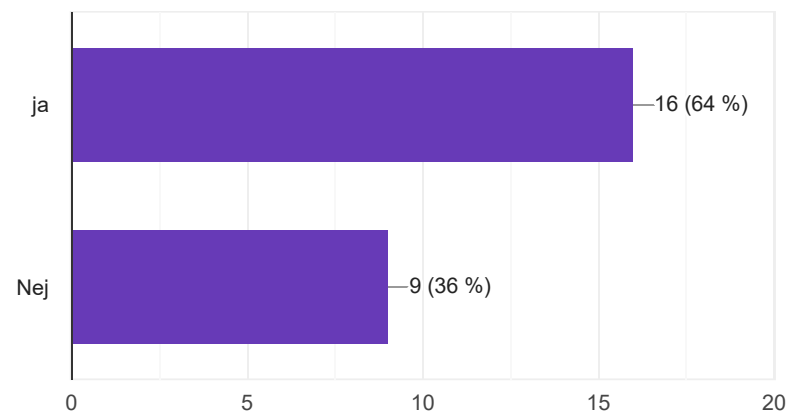
Har mindst en af dine forældre gået på gymnasiet eller HF.

25 svar



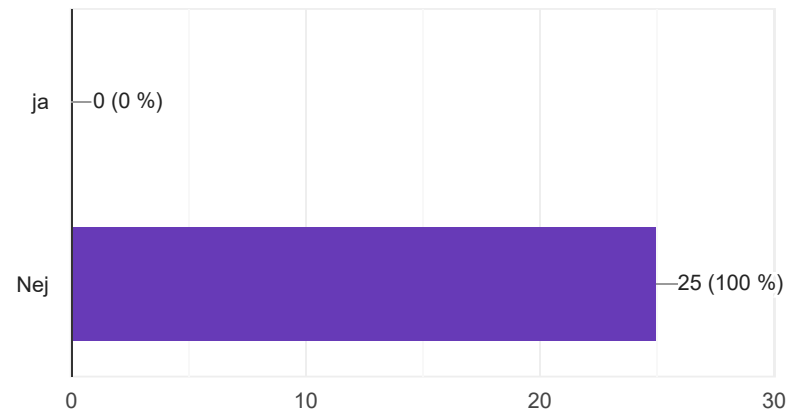
Jeg har gået på efterskole inden jeg startede på TG

25 svar



Jeg har været i gang med en anden ungdomsuddannelse

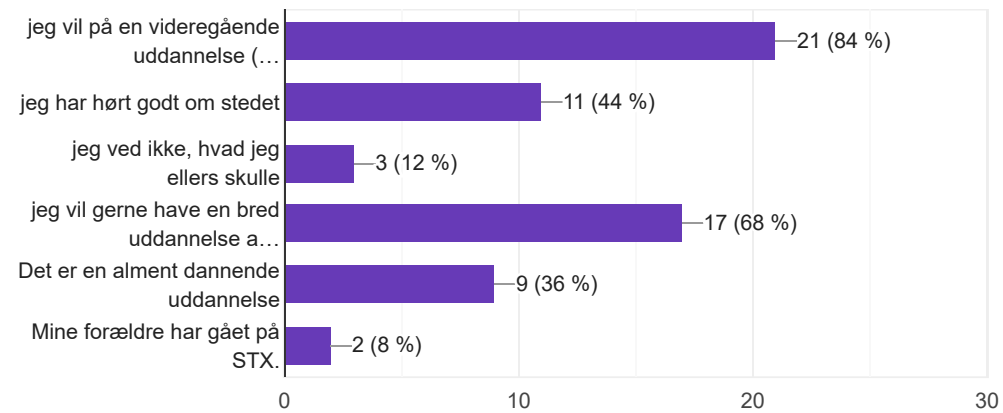
25 svar



2. Min motivation

Jeg går i gymnasiet fordi jeg (gerne flere kryds)

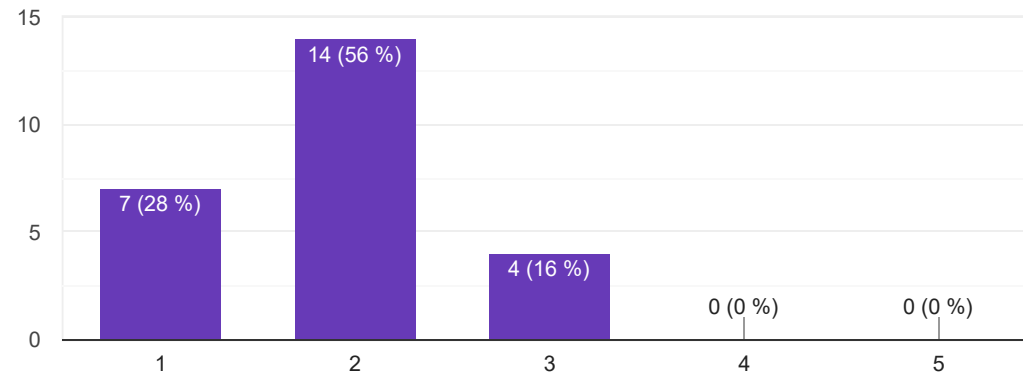
25 svar



3. Min deltagelse

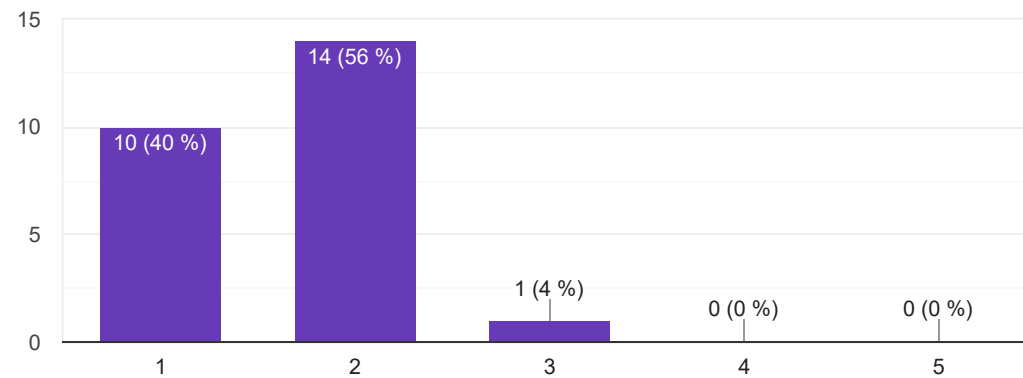
Jeg bidrager positivt til det faglige miljø i klassen / på mine hold (fx: markerer i timerne, er fagligt aktiv i gruppearbejde, hjælper andre fagligt)

25 svar



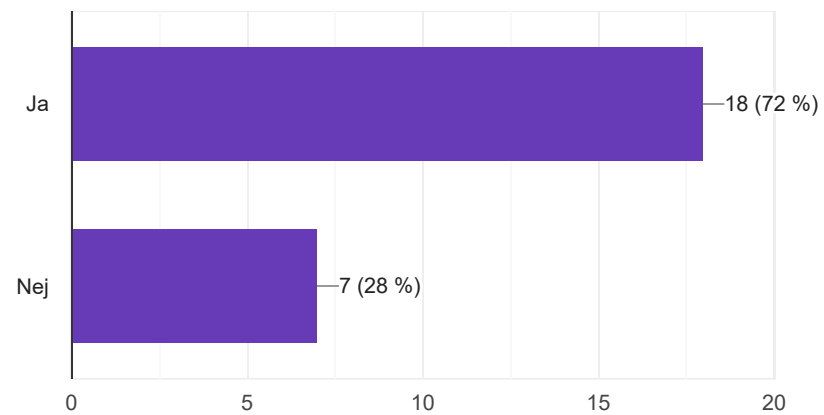
Jeg bidrager positivt til det sociale miljø i klassen / på mine hold (fx: forsøger at skabe god stemning i klassen, deltager i fælles arrangementer, interesserer mig for mine klassekammerater)

25 svar



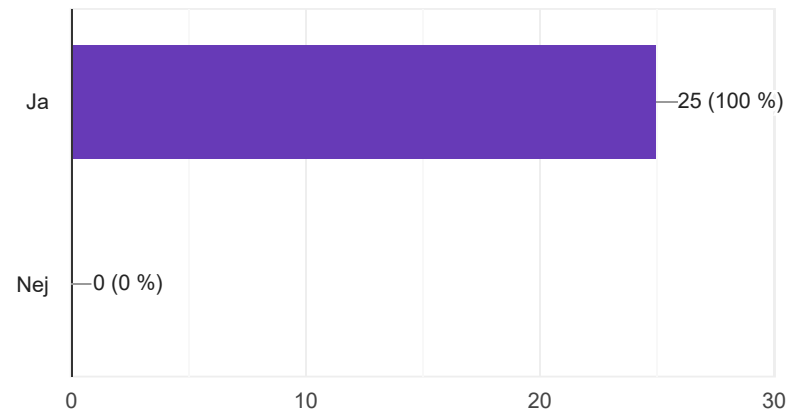
Jeg laver ofte mine lektier og er forberedt til timerne i de fleste fag

25 svar



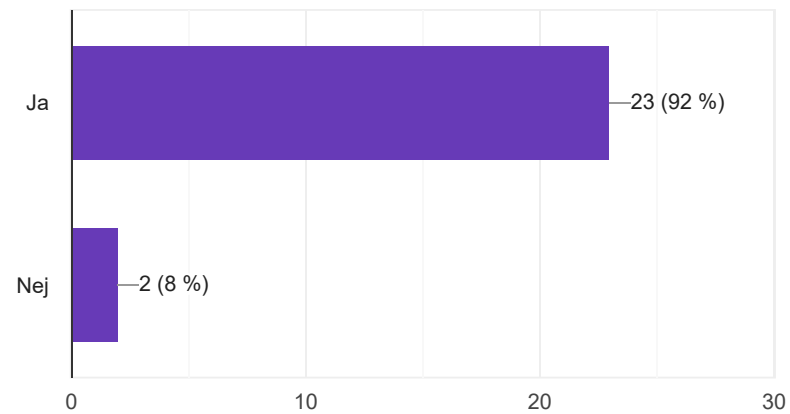
Jeg møder stort set op hver dag til alle timer

25 svar



Jeg får nok hjælp og støtte til at lave lektier (af familie, venner, klassekammerater, lærere etc)

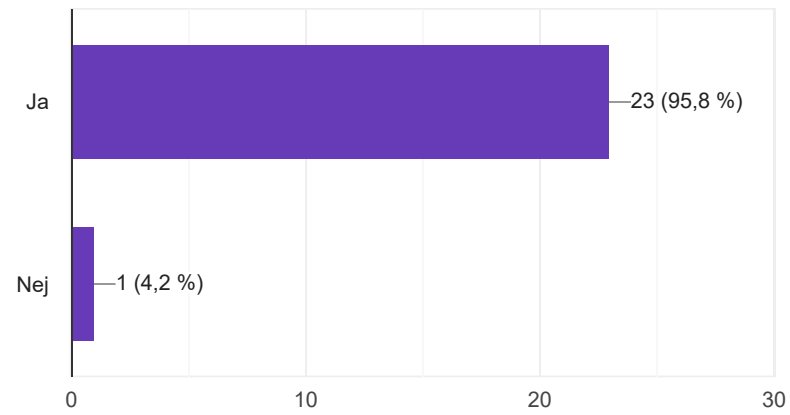
25 svar



4. Min klasse / mit hold

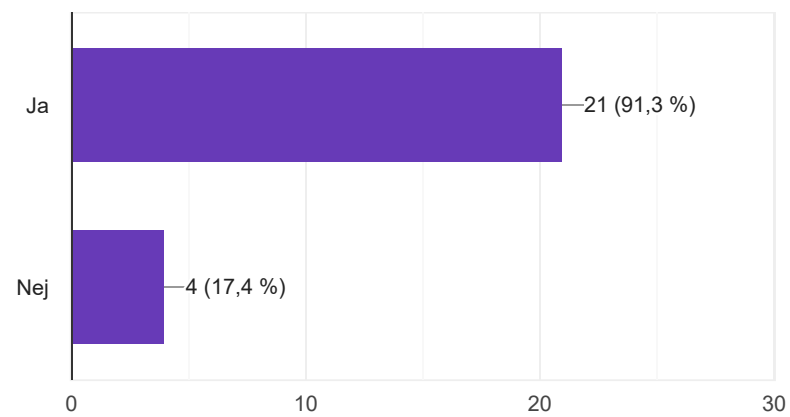
I min klasse arbejder vi godt sammen og støtter hinanden fagligt

24 svar



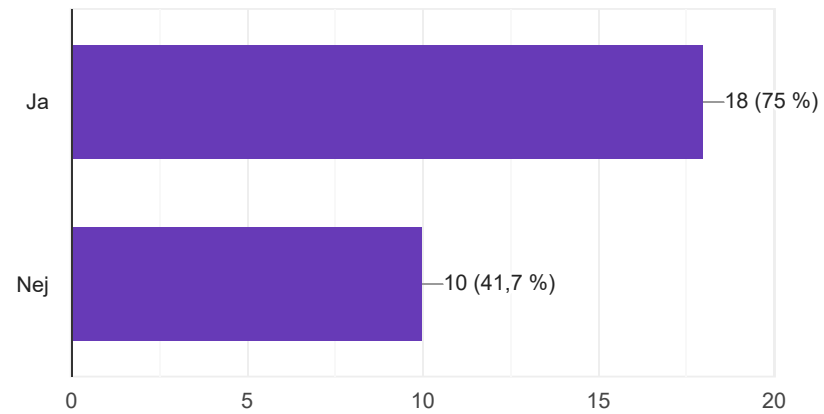
I min klasse har vi det socialt godt sammen

23 svar



I min klasse er der for meget uro, larm, snak, forstyrrelser og lignende

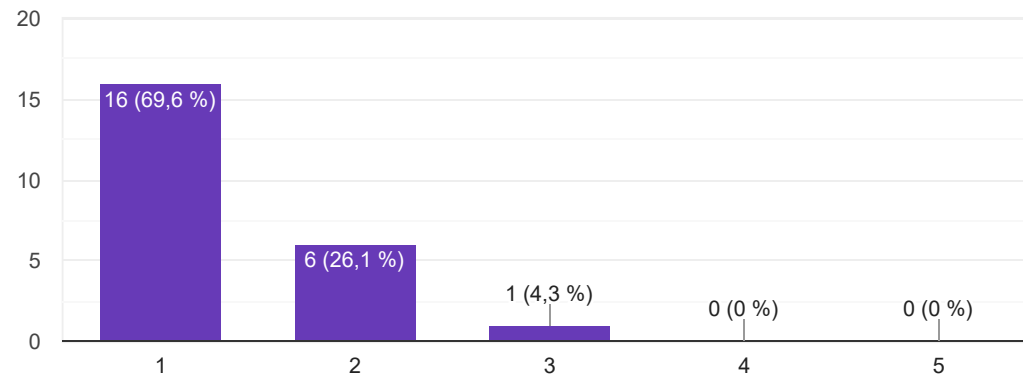
24 svar



5. Min brug af it

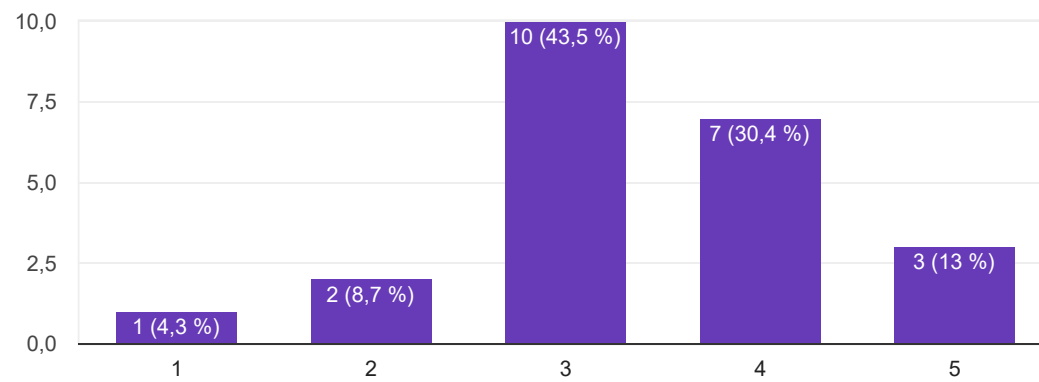
I undervisningstiden bruger jeg computeren til faglige formål (fx noter, søge efter faglig information på nettet, løse opgaver)

23 svar



I undervisningstiden bruger jeg computeren til sociale formål (fx chat, Facebook etc.)

23 svar

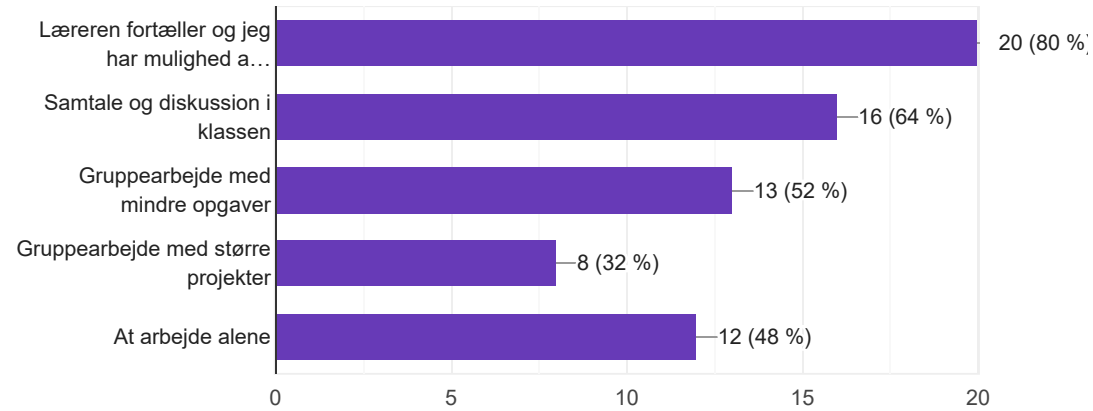


6. Undervisningen



Jeg kan bedst lide følgende former for undervisning (sæt gerne flere end et kryds)

25 svar



Jeg kan bedst lide, når (sæt gerne flere end et kryds)

0 svar

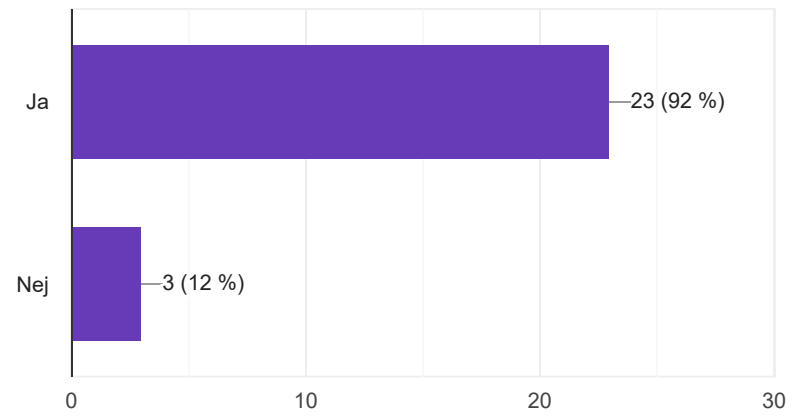
Der er endnu ingen svar på dette spørgsmål.

7. Skolen



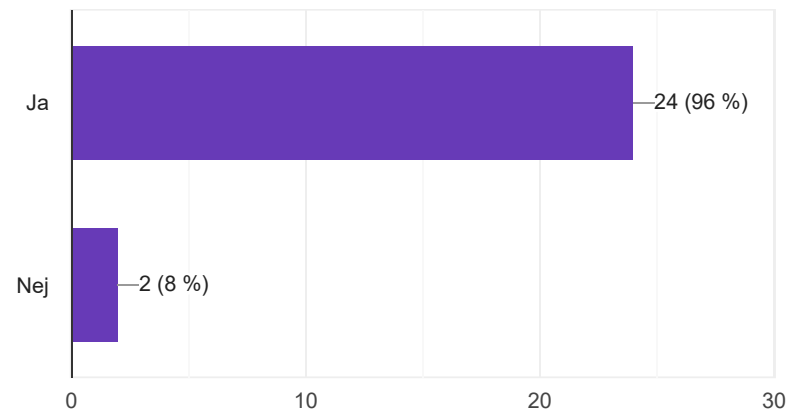
Jeg kan godt lide at gå i skole

25 svar



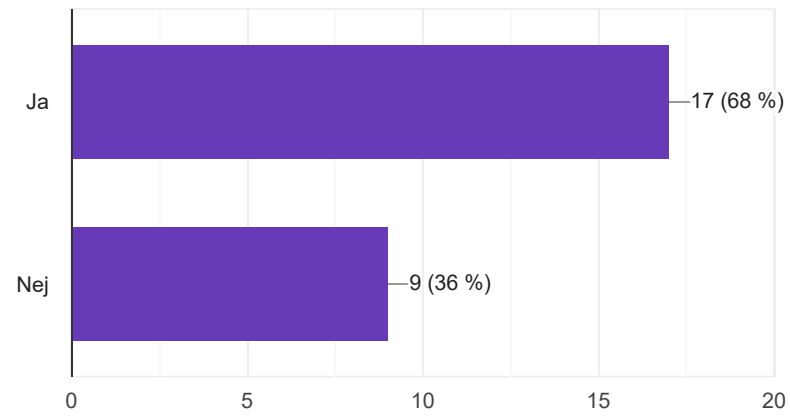
Jeg kan godt lide at være elev på TG

25 svar



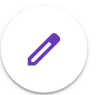
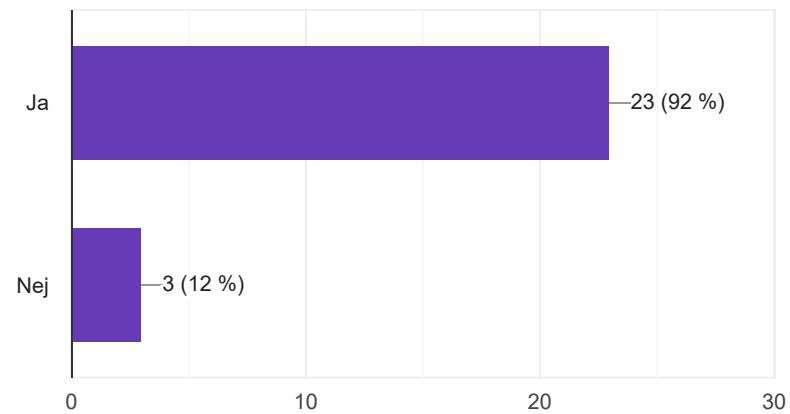
Jeg er bruger ofte flexmodul og mellemtimer på studie aktiviteter

25 svar



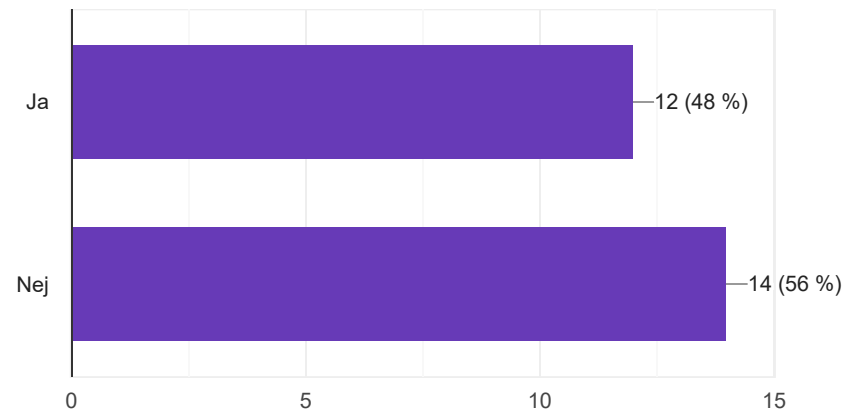
Jeg kommer ofte til de fælles arrangementer, der foregår på skolen (fx fester, fredagscafe)

25 svar



Det er vigtigt for mig at have indflydelse på, hvad der sker her på skolen (fx undervisningen, de fælles arrangementer og reglerne på skolen) 9

25 svar



Evaluering af forsøg om ellære



Hvad viste du om elektricitet inden forløbet om ellære?

25 svar

De grundlæggende principper og formler.

Jeg viste ikke det store. Jeg viste at hvis man tændte for en kontakt så ville der fx. komme lys fordi der så ville komme strøm gennem nogle ledninger.

Jeg vidste hvad man kaldte de forskellige former for elektricitet og noget om spoler.

Noget generelt, men jeg kendte i formlerne

Kendte godt til ampere, volt og modstand fra folkeskolen

Ikke så meget, vidste det var noget med energi og effekt at gøre

Vidste lidt fra folkeskolen – det er ikke det, vi har haft mest om

Jeg havde en nogenlunde baggrunds viden omkring de basale ved ellærer om hvad der sker i ledninger, batterier og hvordan strøm generelt fungerer



Hvad er det vigtigste du har lært om elektricitet i forløbet om ellære

25 svar

Forskellige måder det kan anvendes på, og hvordan de forskellige systemer virker.

Jeg har lært hvordan elektronerne bevæger sig i ledninger. Jeg har lært hvordan man selv kan bygge et kredsløb med ledninger, diode, resistans og hvordan man bygger en sensor ved at tilføje en transistor og et bamsøjle. Jeg har lært at modstanden har en stor betydning for kredsløbet.

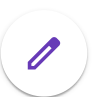
At strømmen går fra plus til minus

Formlerne

At modstand ikke nødvendigvis er noget dåligt, men kan anvendes til mange praktiske ting og har betydning for fx strømmens vej igennem et kredsløb. Hvordan man kan dele elektronerens spænding imellem flere komponenter vha. serie og parallelforbindelse (syntes do stadig det er lidt svært). At anvende sensorer og transistorer, hvilket giver en forståelse for dagligdagen.

Synes det fedt at vide hvad der reelt foregår inde i ledninger og hvad der egentlig sker

2. Strømstyrke



Hvad sker der, når der er strøm i ledningen?

23 svar

Lampen lyser. Ej der er elektroner der bevæger sig i ledningen.

Der er elektroner i ledninger som vil begynde at bevæge sig og således vil der opstå en strøm.

Lampen starter med at lyse

Måske lyser lampen

Der løber x antal coulomb igennem et vilkårligt sted i ledningen pr. sekund. Det sker ved, at elektroner udgår fra den negative pol i kredsløbet og går mod den positive. Strømretningen bevæger sig modsat.

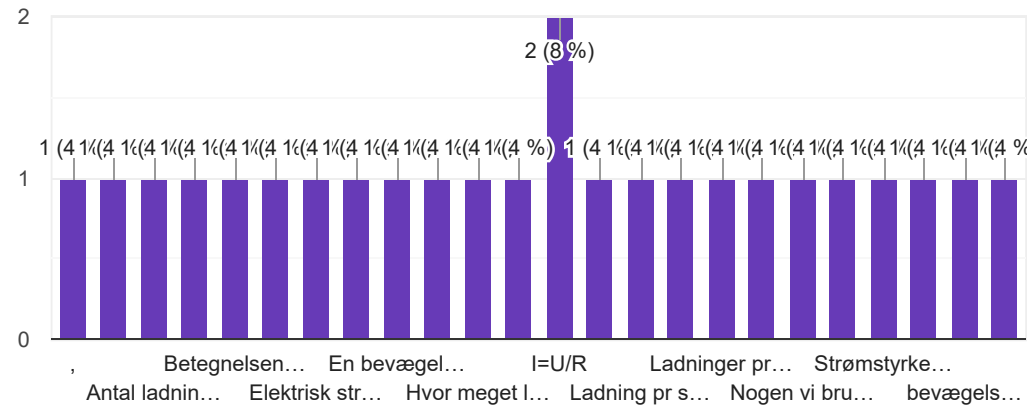
Der løber elektroner fra den negative ende til den positive ende. Elektronerne bærer energi, som får pæren til at lyse

Når strøm tilsluttes til ledningerne vil elektronerne begynde at bevæge sig fra et overskud til et underskud.



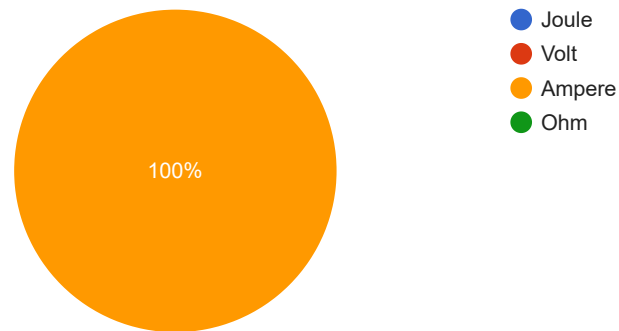
Hvad er definitionen på strømstyrke?

25 svar

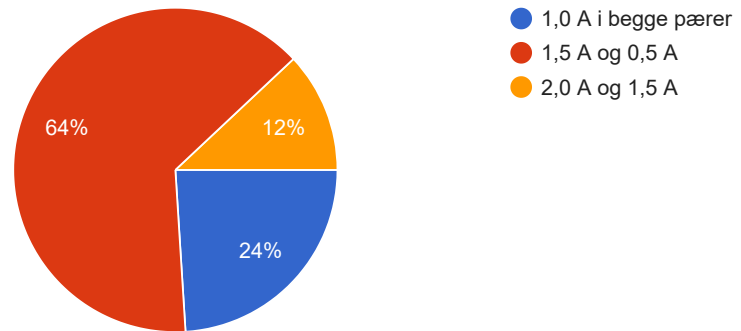


Hvilken enhed måler man strømstyrke i?

25 svar



25 svar



3. Spænding



Klasseforsøg

20 svar

Det ses at energien stiger lineært ift. produktet af strømstyrken og tiden.

Det ses på grafen at jo mere energi jo højere skal strømstyrken også være. Jeg kan umiddelbart ikke huske forsøget...

Det var at se forskellen på hvor meget strøm der skulle bruges på at glødepæren lyste i forhold til en ny form for pære

Det var noget med at hældningen viste modstand??? eller det var måske i et af de andre forsøg.

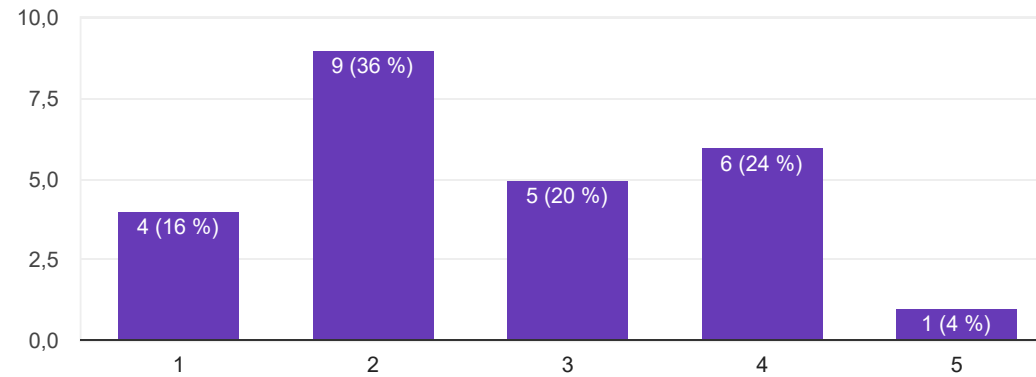
Vi lærte, at energien er lig med spændingsforskellen * strømstyrken. Hældningen er derfor en indikation på den spændingsforskel, som hver ladning kommer med. Energien bliver nemlig derved til en strømstyrke på 2 lig med $2 \cdot 230.54 = 461.08 \text{ W}$, hvilket passer godt med grafen og det faktum, at det danske elnet leverer 230 V.

Forsøget gik ud på at se, hvor meget energi der bliver brugt pr. tid med dén strømstyrke, og man kan se på grafen, at der sker en lineær udvikling. Det betyder



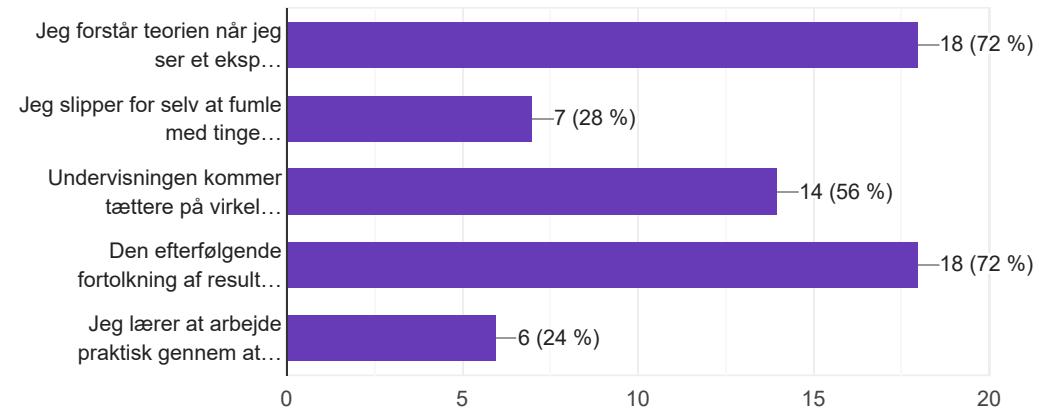
Jeg lærte noget af klasseforsøget.

25 svar



Hvilke elementer af klasseforsøg motiverer dig

25 svar



Hvad er definitionen på modstand

25 svar

$$R=U/I$$

Modstanden som kaldes resistans, er det der befinder sig i ledningerne så der ikke kommer så meget strøm igennem dem at en pære vil springe.

Det er det der gør at en pære ikke sprænger når den bliver sat i en stikkontakt

Definitionen på modstand er spændingsforskellen over strømstyrken

Modstand er betegnet med bogstavet R. Modstanden er den der gør hvor "nemt" det er for elektronerne at komme igennem ledningen. Hvis der er en stor modstand skal elektronerne bruge noget en del mere energi for at komme forbi.

Et vis tab af elektrisk energi, når man sender elektrisk strøm igennem

Modstand er noget der bremser ting hvor at i dette tilfælde er det elektroner

$R=U/I$. altså spænding/strømstyrken.



Forklar med dine egne ord hvad du forstår med begrebet resistans

25 svar

Resistans er kort sagt modstand i kredsløbet.

Modstanden som kaldes resistans, er det der befinder sig i ledningerne så der ikke kommer så meget strøm igennem dem at en pære vil springe.

Den modstand der er i et kredsløb

Det er spændingen divideret med strømstyrken. Modstand er noget med hvor "svært" det er for elektronerne at komme igennem

Resistans er når strømmen kommer til et sted, hvor den ikke kan passere lige så uhindret igennem som ellers. Samtidigt vil ladingerne her afgive noget energi afhængigt af systemet til modstanden, hvorved strømmen fortsætter.

er det samme som modstand. en komponent i kredsløbet som på en måde formår at tage noget af den elektriske energi. Måles i ohm

Resistans er den modstand, elektronerne møder, som får dem til at miste en vis



Hvad afhænger resistansen i en ledning af?

25 svar

Længden og tykkelsen og materialet den er lavet af.

Den afhænger af hvor stor en strømstyrke der er, strømstyrke og modstanden skal gerne passe sammen.

Hvilken form for metal det er

Længden og tykkelsen

Den afhænger af ledningens længde, tværsnitsarealet samt materialet

den afhænger af strømstyrken og spændningen

Spændingen og strømstyrken (V og A)

Lederens længde: jo længere leder, desto større resistans.

En materialeegenskab, kaldet resistiviteten, for det stof lederen er lavet af.

5. Effekt



Hvad er definitionen på effekt?

24 svar

Effekt=energi/tid

Det er betegnelsen for omsat energi pr. tidsenhed..

Effekt=Energi/Tid (Eller $P=U \cdot I$)

Strømstyrke * spændingsforskel

effekt betegnes med bogstavet P og har enheden watt. Det er omsat energi pr. tid

omsat energi/tid

Effekt er inden for fysik et udtryk for udført arbejde over en vis tid. Effekt bliver almindeligvis målt i den afledte SI-enhed watt.

effekt=energi/tid

Effekt er mængden af energi, der bliver omsat pr. tid. Det er hvor meget af



Forklar med egne ord hvad det vil sige at en pære er på 40 watt.

25 svar

Det fortæller hvor meget energi der omsættes pr tid.

Det er hvor meget energi pæren leverer på en bestemt tidsenhed.

Det fortæller bare at pæren af 40 joules pr minut

Det er hvor meget energi der omsættes per tid. Det vil sige at en pære på 40 watt bruger noget energi per noget tid der giver 40 når de to tal divideres med hinanden

Det vil sige, at pæren hvert sekund forbruger 40 joule. At $\text{Strømstyrke} * \text{spændingsforskel} = 40 \text{ W}$

Der bliver omsat 40 joule energi pr. tid

At den omsætter 40 joules/sekunder

Det er effekten af pæren altså det arbejde pæren pr tid, kan udføre maksimalt



21 svar

?

a) 345 W

b) 2,5 A og 4,5 A

a) 345 W b) 2,5A og 4,5A

a) $1.5 \text{ A} * 230 \text{ V} = 345 \text{ W}$

b) $575 \text{ W}/230 \text{ V} = 2.5 \text{ A}$

$1035 \text{ W}/230 \text{ V} = 4.5 \text{ A}$

a. 345 W

b. 2,5 A. og 4,5 A.

a) 345 watt

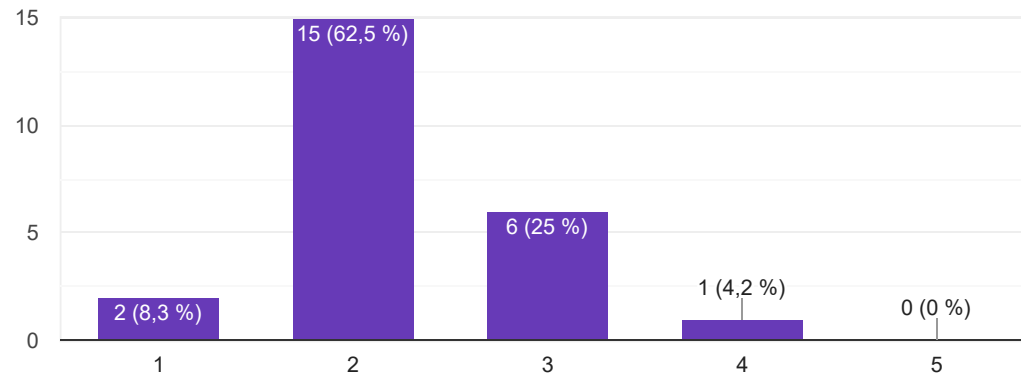
b) 2,5 og 4,5

a)



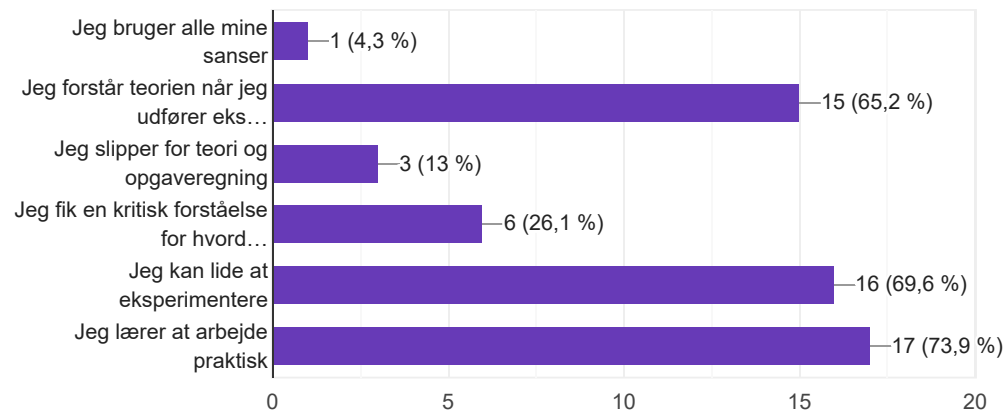
Jeg lærte noget af forsøget med Joules lov

24 svar



Hvilke elementer af laboratorieforsøg motiverer dig (gerne mere end et kryds)

23 svar



Uddyb gerne dit svar

10 svar

... hvad. fx her hvor vi har arbejdet med breadboard, synes jeg det var lidt frustrerende at jeg ikke var helt sikker på hvordan det virkede og hvilke andre ting der kunne bruges for at gøre et eller andet...

Det er dejlig med praktisk erfaring

Synes det giver en anden forståelse for det emne der er tale om, når man udfører teorien i praksis.

Jeg kan bedre lide det teoretiske end det praktiske.

Jeg kan godt lide at lave forsøg, nogle gange synes jeg dog godt der kunne være mere introduktion da man nogle gange kan være helt i tvivl om hvad det er man skal.

Jeg kan godt lide at vi har haft lidt teori før vi går i laboratoriet, da dette giver en bedre forståelse for hvad vi laver og gør det lettere at forholde sig til og få noget ud af

Jeg kan ikke lide forsøg

6. Projektarbejdet



Forklar ideen med jeres projekt.

20 svar

Det var svært at komme på en god idé, og vi havde ikke mange ideer, så vi endte nok med at bare at gå med den sikre.

Ideen bag vores projekt, var at lave en sensor der kunne slå til når det blev mørkt. Vi tog udgangspunkt i en husstand som benyttede sig af solceller og solenergi. Når solen ikke er tilstede vil husstanden ingen energi modtage. Derfor når det blev mørkt lavede vi en sensor der slog til så husstanden ville modtage energi fra en anden energikilde.

Vores ide var at lave en smart løsning til en problem i hverdagen

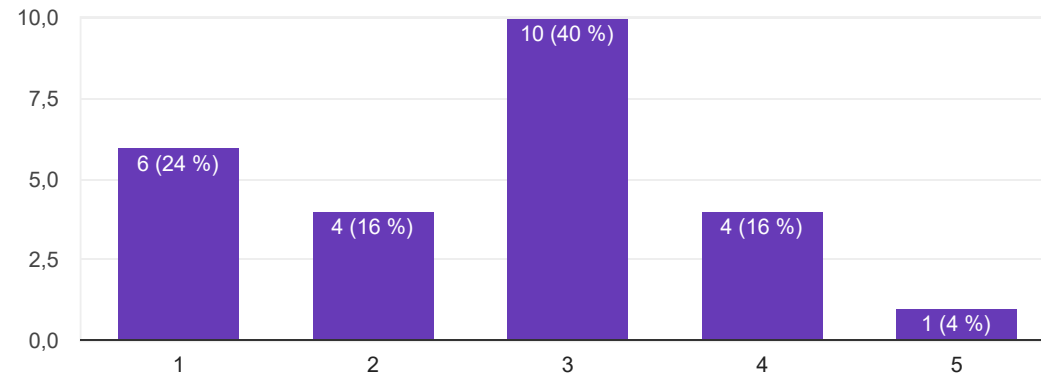
Det gav en hel masse bøvvl at udføre forsøget, men det gav en rigtig god forståelse for kredsløbet, fordi vi kiggede så længe på det, og hvordan breadboardet virkede

Vores idé med vores projekt var, at skabe et produkt hvori der indgår en sensor og et elektrisk kredsløb med sensoren, som kunne være til gavn for omverdenen – om så det er hele verden der kan bruge det eller en speciel målgruppe. Vi kunne på den måde eksperimentere og lave vores eget elektriske kredsløb og få en bedre forståelse af dette, når der også indgår en sensor, samtidig med at vi får brugt vores kreativitet



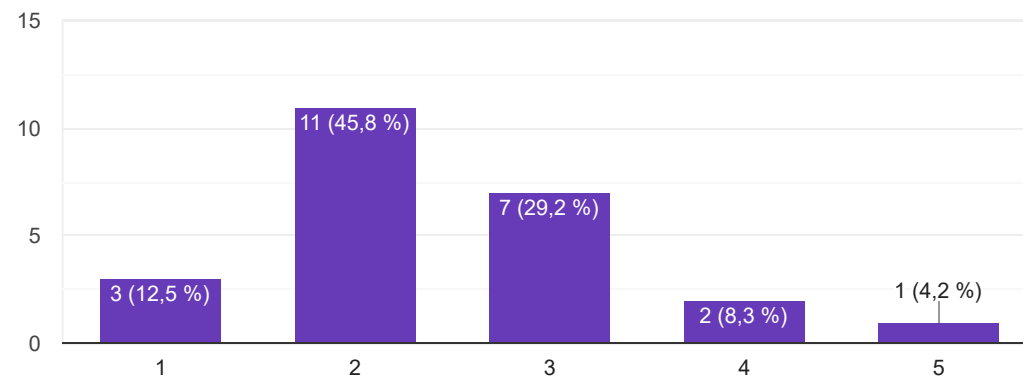
Jeg lærte noget af projekt arbejdet

25 svar



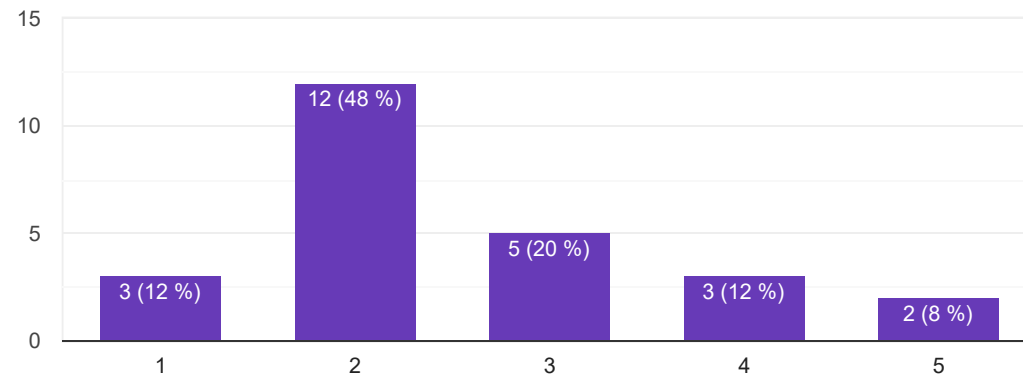
De problemstillinger jeg arbejder med interesserer mig mest hvis det vedrører mig selv personligt

24 svar



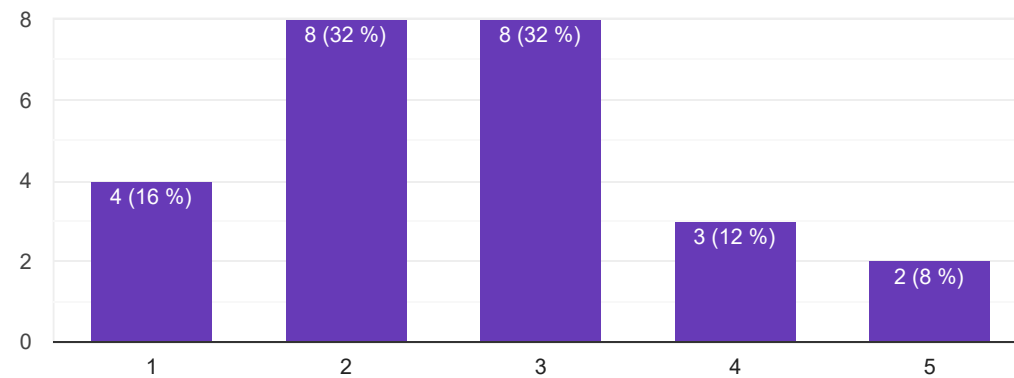
Jeg lærer mest når jeg har mulighed for at eksperimentere og lave praktiske produkter

25 svar



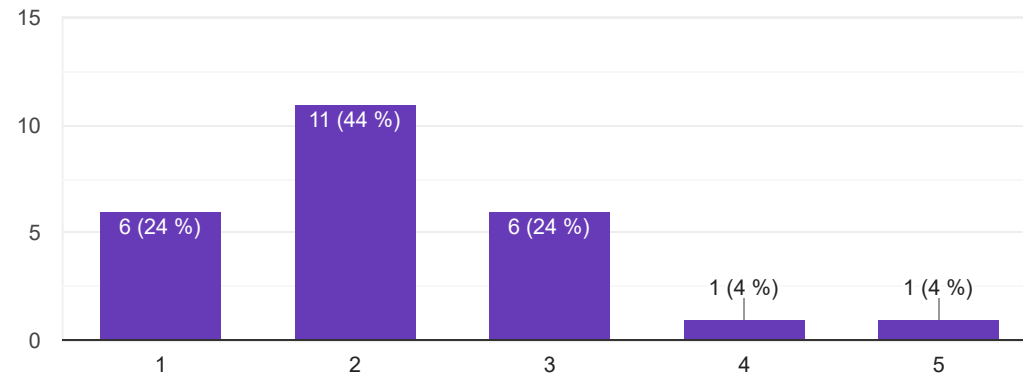
Resultatet af projektarbejdet skal helst være noget jeg eller andre kan bruge til noget.

25 svar



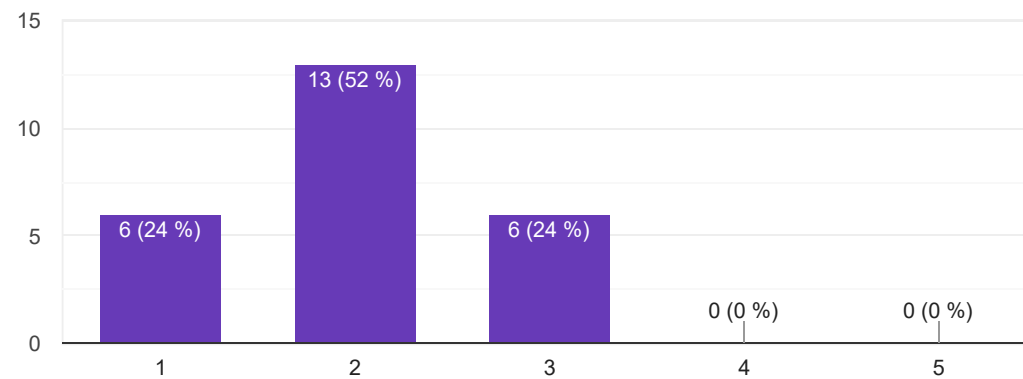
Det er bedst at jeg selv vælger det projektemne jeg arbejder med.

25 svar



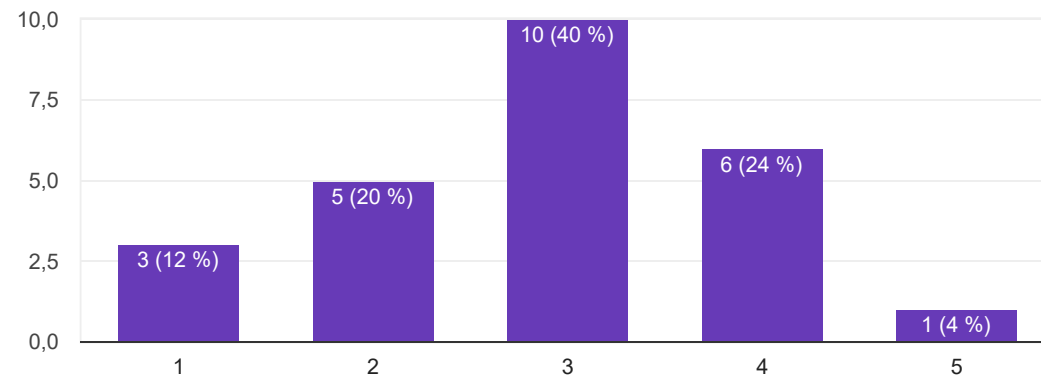
Arbejdsglæden er lige så vigtig for mig som det jeg lærer når jeg laver projektarbejde

25 svar



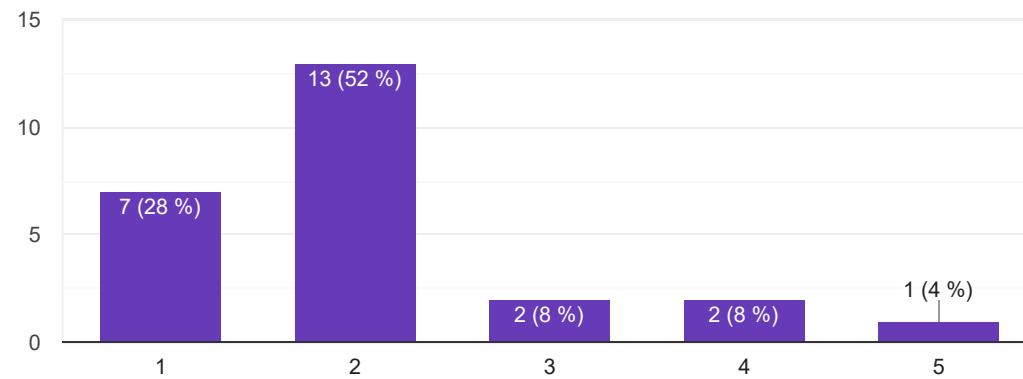
Jeg kunne lave noget der var bæredygtigt

25 svar



Jeg lavede noget der havde noget med min hverdag at gøre

25 svar



Uddyb gerne dine svar

7 svar

men man går ofte i stå når man ikke får hjælp og kan ikke komme videre.

Lavede et kredsløb som skiftede energi kilde afhængig af om det lyst eller mørkt

Ift. spørgsmålet: Resultatet af projektarbejdet skal helst være noget jeg eller andre kan bruge til noget.

Produktet behøver ikke være noget jeg eller andre kan bruge i hverdagen, men resultatet af et helt projektarbejde skal meget gerne være noget jeg kan bruge til min eksamen. Det skal altså give faglig mening.

Jeg synes vi blev kastet lidt uforberedt ud i det praktiske af projektarbejdet. Fx brugte vi 4 moduler på, at få vores forsøg til at virke, så vi ikke nåede, at måle ordenligt på det, og derfor ikke fik særlig meget ud af projektet. Det kunne være godt, med flere forsøg med fumlebrættet og sensorer, så vi havde fuld forståelse for, hvornår der skal bruges serie eller parallelforbindelser.

Problemet er meget aktuelt i den hverdag vi alle har, derfor var det også noget som interesserede mig og som jeg kunne relatere til mens jeg arbejdede med det.



Kom med ideer til andre måder man kunne have tilrettelagt projektarbejdet på

13 svar

virker, men selv vælge hvordan vi gør det.

Det var fint som det var

Man kunne selv vælge hold, og emne.

Flere faste rammer og en hjælpe liste der bliver fulgt. På den måde får alle hjælp - ikke kun dem der råber højest. Kunne også være en fordel med en ekstra lærer, når de forskellige grupper laver så meget forskelligt.

Mere hjælp fra læren, så det ikke kun var få der fik hjælp på et modul

Måske en anelse mere strukturering i løbet af projektet. Jeg tror mange blev lidt forvirrede i løbet af det, grundet at man ikke helt vidste hvad man faktisk skulle nogle gange.

Vi synes at det var en smule svært at komme i gang pga. de manglede sensorer. Derudover var det også lidt svært at skulle sætte sig ind i en her ny sensor som vi aldrig har arbejdet med før.

7. Stopmotion



Forklar ideen med jeres "Stopmotion"

20 svar

At forklare hvordan et system med en glødepære fungerer sammenlignet med et med to pærer.

At arbejde kreativt og tænke ud af boksen.

At forklare hvordan et kredsløb fungerer

At vise, hvad der sker i en gløde- og LED-pære på et makroskopisk niveau.

Vores idé var at illustrerer, hvad der sker i et kredsløb, hvor der hhv. er en 60 watts pære og en 40 watts pære. Dette gjorde vi med en analogi i et forsøg på at gøre det lidt mindre indviklet. Desuden ville vi også forklare, hvorfor det er dyrere at have en 60 watts pære end en 40 watts

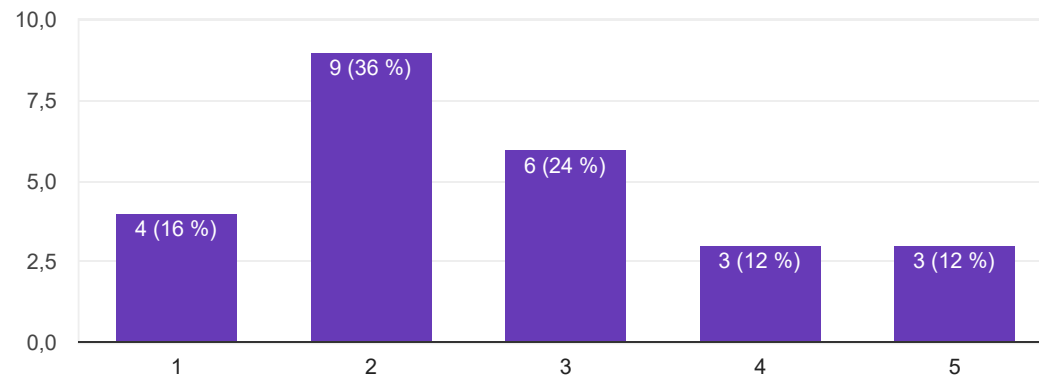
Vi ville vise hvordan en LED pærer fungerede

at vise hvad der ser i en glødepære når den omsætter mere energi i forhold til i to glødepærer i serie



Jeg lærte noget af at lave stopmotion

25 svar



Hvad lærte i konkret om elektricitet som i ikke vidste eller ikke var opmærksomme på før.

23 svar

vi undersøgte, hvordan en diode fungerede, men dette blev også gennemgået på klassen senere.

Hvordan en diode virker.

begreber og regne med de forskellige enheder

Lærte hvordan en diode fungerede

Begrebene havde jeg ikke helt styr på før, og nu er jeg langt mere afklaret omkring dem.

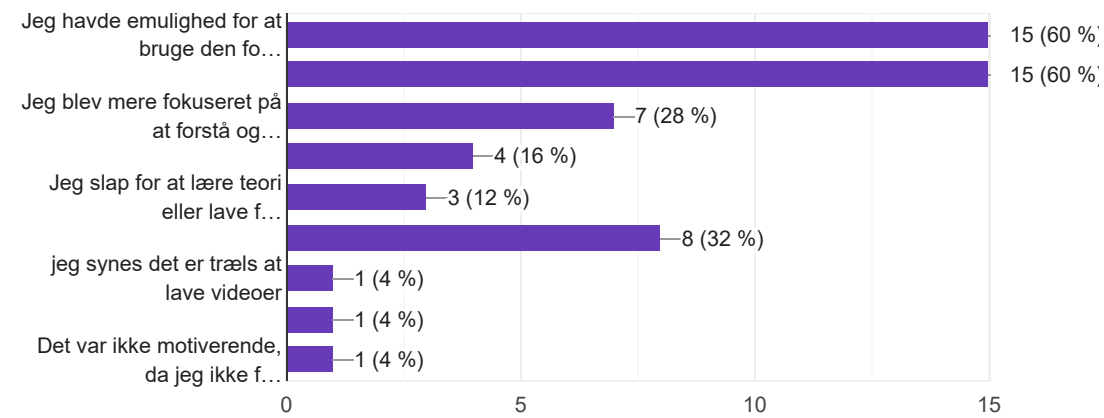
Jeg vidste i grove træk godt de ting vi lærte om i projektet, men jeg synes at det kom til at hænge meget mere fast i hovedet fordi man fik nogle billeder ind i hovedet og fik teorien forklaret på en helt ny og anderledes måde.

Hvad modstande helt konkret gør i et kredsløb



Hvilke elementer af arbejdet med "Stop motion" motiverede dig (gerne flere kryds)

25 svar



Uddyb gerne jeres svar

5 svar

Jeg synes vi brugte meget tid på det, som kunne være brugt bedre.

Man var nødt til at udarbejde et færdigt produkt som gav mening og hang sammen, så det blev nødvendigt at forstå teorien.

Jeg havde lært mere ved at læse om det hjemme eller ved at det blev gennemgået på tavlen. Så var der også gået færre undervisningstimer med det, hvilket ville være mere effektivt.

Synes det var en hyggelig og anderledes måde at lære på.

Som skrevet før gav det rigtig meget mening for mig at tænke en problemstilling på en helt ny og kreativ måde.



Kom med ideer til hvordan man ellers kunne tilrettelægge "Stopmotion" aktiviteten på.

13 svar

Måske det bare havde været bedre at lave en almindelig film, da dette ikke er nær så tidskrævende.

Alle grupperne fik lov til at lave det på deres egen måde og det var meget godt

Jeg synes man selv skulle have haft lov til at vælge grupper

Synes det var fint sådan, som vi gjorde det

give os mere teori så vi har noget at lave vres video ud fra, så vi ved noget og derefter kan få forståelse, så man ikke prøver at få forståelse om noget man ikke har viden om

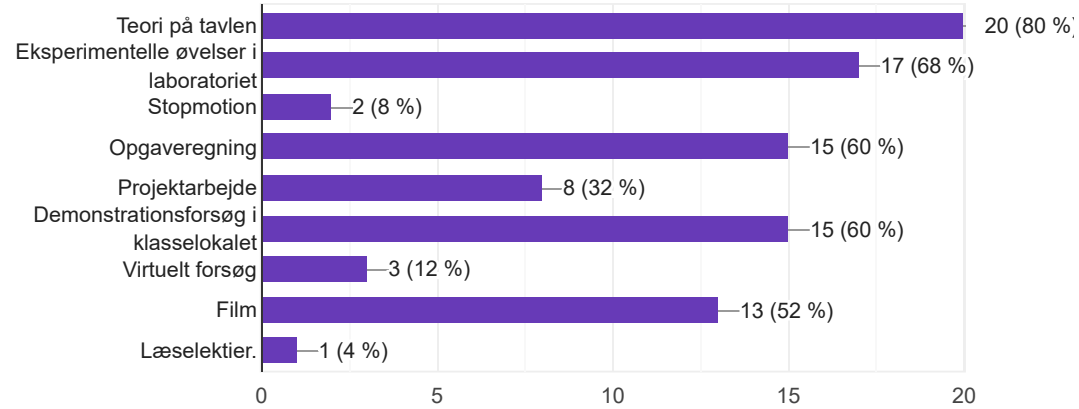
Det ville fungere bedre hvis der var mulighed for kortvarig hjælp, så der er tid til alle uden man er nødtvunget til at vente på hjælp fra læreren før man kan komme videre.

man kunne give hver gruppe en form for byggeklodser. Så nogle har ler, andre har træ og en tredje har fysik-komponenter



Hvad har især bidraget til din læring? (Gerne mere en et kryds).

25 svar



Dette indhold er hverken oprettet eller godkendt af Google. [Rapportér misbrug](#) - [Servicevilkår](#) - [Privatlivspolitik](#)

Google Analyse

