



Med kroppen ind i fysikken

Kongruens betydning for embodiment i fysikundervisning på STX

Pelle Bøgild

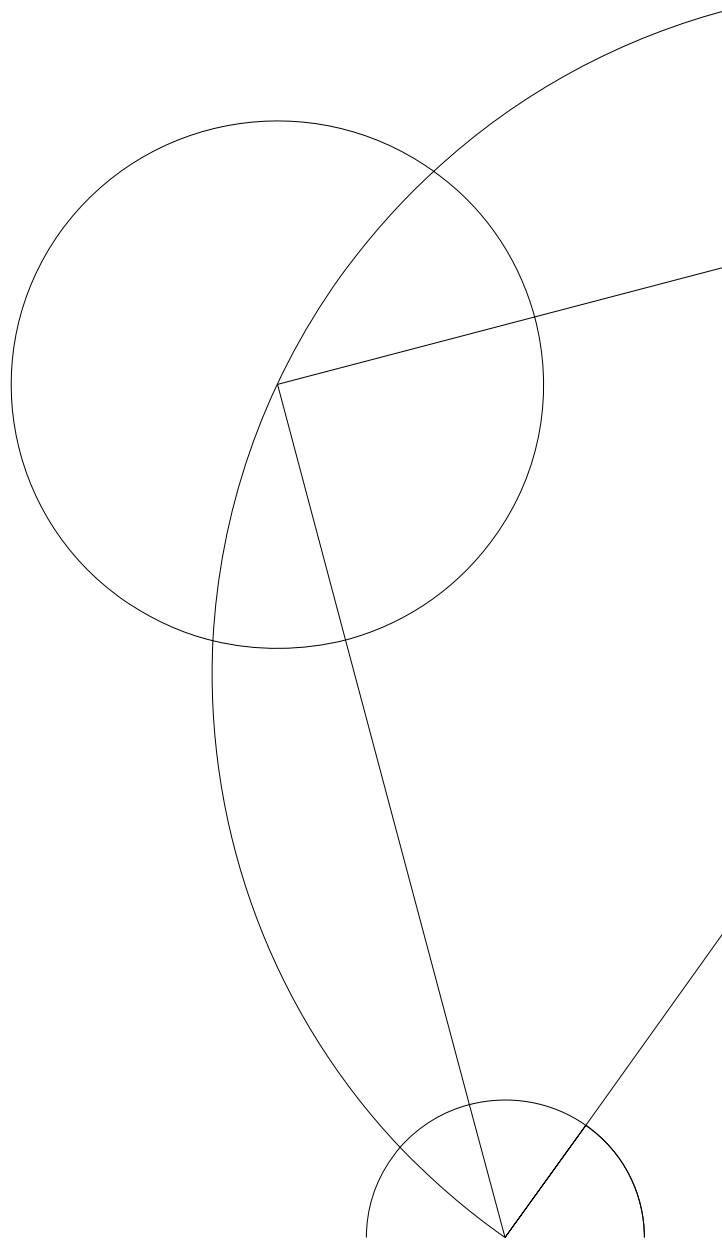
Speciale i fysik og didaktik

Vejledere:

Magdalena Kersting

15. April 2024

IND's studenterserie nr. 120, 2024



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

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

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 Kjøller 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)
114. Caroline Woergaard Gram & Dan Johan Kristensen: The ice algae Ancyronema as icebreakers: A case study on how the international Deep Purple Research Project can create meaningful outreach in Greenland. (2023)
115. Julie Sloth Bjerrum: 'KLIMA HISTORIER' The Art Of Imagining A Green Future. (2023)
116. Emilie Skaarup Bruhn: Muligheder og udfordringer ved STEM-undervisning (2024)
117. Milla Mandrup Fogt: Undersøgelsesbaseret undervisning i Pascals trekant (2024)
118. Mille Bødstrup: P-hacking (2024)
119. Nynne Milthers & Amanda Wedderkopp: Inquiry of the Past and Reflection on the Present: Teaching Rigour and Reasoning in Area Determination through Authentic Historical Sources (2024)
120. **Pelle Bøgild: Med kroppen ind i fysikken (2024)**

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/

Indholdsfortegnelse

Resume	3
1. Introduktion	3
1.1 <i>Forskningsspørgsmål</i>	6
2. Teori	6
2.1 <i>Embodiment</i>	6
2.1.1 Taksonomi for embodiment indenfor uddannelse	7
2.1.2 Fire typer embodiment	10
2.2 <i>Motivation</i>	11
2.2.1 Variation	11
2.2.2 Fysisk aktivitet	11
2.2.3 <i>Kompetence</i>	12
3. Metode	12
3.1 <i>Forskningsdesign</i>	12
3.2 <i>Forsøgspersoner</i>	14
3.3 <i>Undervisning</i>	14
3.4 <i>Faglig test</i>	15
3.5 <i>Spørgeskema</i>	15
3.6 <i>Interview</i>	16
3.7 <i>Analyse af data</i>	16
4. Resultater og analyse	18
4.1 <i>Faglige tests</i>	18
4.2 <i>Spørgeskema</i>	23
4.3 <i>Interviews</i>	26
5. Diskussion	30
5.1 <i>Faglig forståelse (Forskningsspørgsmål 1)</i>	30
5.2 <i>Elevoplevelser (Forskningsspørgsmål 2)</i>	32

5.3 Begrænsninger	34
6. Konklusion	35
Litteratur	37
Bilag	40
<i>Bilag 1. Information lærer</i>	<i>40</i>
<i>Bilag 2. Samtykkeerklæring</i>	<i>42</i>
<i>Bilag 3. Undervisningsbeskrivelse høj kongruens</i>	<i>44</i>
Beskrivelse	44
Program	44
Materiale til elever	45
<i>Bilag 4. Undervisningsbeskrivelse lav kongruens</i>	<i>47</i>
Beskrivelse	47
Program	47
Materiale til elever	48
<i>Bilag 5. Eksempel på faglig test</i>	<i>62</i>
<i>Bilag 6. Eksempler scoring faglige tests</i>	<i>63</i>
Bilag 6.1 Opgave 1	63
Bilag 6.2 Opgave 2	64
Bilag 6.3 Opgave 3	65
Bilag 6.4 Opgave 4	66
<i>Bilag 7. Spørgeskema</i>	<i>68</i>
<i>Bilag 8. Interviewguide</i>	<i>69</i>
<i>Bilag 9. Deklaration af brug af GAI</i>	<i>71</i>

Resume

Undervisning med højt sensorisk engagement (høj grad af embodiment) har vist positive resultater, både når det kommer til elevernes forståelse af fagligt stof og deres oplevelser med undervisningen. Det er dog uklart, om der er behov for kongruens mellem kropslige bevægelser og det faglige indhold under aktiviteter med høj grad af embodiment. Derfor sammenlignes to grupper eleveres faglige forståelse og oplevelser med undervisningen efter undervisning med høj grad af embodiment og hhv. lav kongruens (LK) og høj kongruens (HK) mellem bevægelser og det faglige indhold.

Undervisning og tilhørende dataindsamling blev gennemført med 23 elever i en 2.g-klasse på STX med fysik på C-niveau. Undervisningen omhandlede emnet ”Jorden som planet i Solsystemet som forklaring på umiddelbart observerbare fænomener”, og data blev indsamlet og analyseret ud fra en mixed-methods-tilgang med faglige pre- og posttests, spørgeskema og fokusgruppeinterviews.

Resultaterne knyttet til faglig forståelse viser, at både undervisning med HK og LK øger elevernes faglige forståelse indenfor emnet, men at undervisning med HK øger forståelsen mest. Resultaterne knyttet til elevernes oplevelser viser, at eleverne har positive oplevelser med både undervisning med HK og LK, men at HK-gruppen er mest positive overfor undervisningen.

Blandt de væsentligste forklaringer på den øgede faglige forståelse og mere positive oplevelser med undervisningen hos HK-gruppen er en mere mangfoldige og nuanceret beskrivelse af deres kropslige engagement samt en oplevelse af større betydning af undervisningsaktiviteterne med høj grad af embodiment for deres faglige forståelse.

Samlet tyder resultaterne på, at undervisning med høj grad af embodiment, både med HK og LK, har positiv indflydelse på elevernes faglige forståelse og oplevelser med undervisning. Undervisning med HK er dog at foretrække, hvis muligt.

1. Introduktion

Som gymnasielærer på STX oplever jeg desværre ofte, at elever ser fysik som svært, kedeligt og uden relevans for dem. Oplevelsen har en stor del af eleverne med fra folkeskolen, og den hænger ved gennem deres gymnasietid. Det kan være medvirkende til, at elever fravælger fysik på B- og A-niveau og kun deltager i begrænset omfang i den obligatoriske undervisning i fysik på C-niveau.

Det er derfor relevant at finde undervisningsmetoder, der kan hjælpe eleverne til at forstå fysikken bedre, samtidig med at undervisningen bliver mere motiverende at deltage i. I den forbindelse er jeg

særligt interesseret i, hvordan kroppen kan bruges som en aktiv medspiller til øge forståelse og motivation blandt eleverne.

Brug af kroppen som en aktiv del af læring har flere forskellige betegnelser i den engelske litteratur, herunder *embodiment* (Euler et al., 2019; Kersting et al., 2021), *embodied cognition* (Fugate et al., 2019), *embodied learning* (Rollinde et al., 2021), *embodied learning activities* (Scherr et al., 2010) og *kinaesthetic activities* (Bruun & Christiansen, 2016). Der findes ligeledes mange forskellige definitioner og opdelinger. På dansk kunne begreberne oversættes til ord som kropsliggørelse, kropslig tænkning og kinæstetiske aktiviteter. I denne opgave bruges *embodiment* som samlet begreb for alle de ovenstående begreber ud fra definitionen:

” (...) broadly, we understand “embodiment” as being concerned with the experiences that arise from having living bodies in our interactions with the material and sociocultural world.”¹

(Kersting et al., 2021)

Mange studier har undersøgt betydningen af mængden af sensorisk engagement (grad af embodiment) for elevers faglige forståelse ved at sammenligne undervisning med høj grad af embodiment med mere klassisk undervisning, hvor graden af embodiment er lav (Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Lindgren et al., 2016; Yıldırım & Baran, 2021; Zohar & Levy, 2021). Ved at sammenligne pre- og post-tests i forbindelse med de to typer undervisning, finder studierne, at eleverne får højere faglig forståelse af undervisningen med høj grad af embodiment sammenlignet med den lave (ibid).

Dykker vi dybere ned og ser på forskellige former for og/eller grader af embodiment, er billedet mere uklart. Nogle studier har undersøgt forskellige grader af embodiment fra meget lav til meget høj. Her tyder flere studier på, at over en vis grad af embodiment får eleverne ikke er yderligere faglig forståelse af ekstra embodiment (Rollinde et al., 2021; Yıldırım & Baran, 2021; Zohar & Levy, 2021). Det kunne tyde på en form for tærskel for det ekstra læringspotentiale ved embodiment.

Flere studier har undersøgt elevernes oplevelser med undervisning med fokus på embodiment indenfor fysik (Bruun, 2009; Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Lindgren et al., 2016; Yıldırım & Baran, 2021). Fx har et studie undersøgt elevers oplevelser med fire forskellige former

¹ Egen oversættelse til dansk: ” (...) bredt omhandler embodiment de oplevelser, der opstår ved at have levende kroppe i interaktionen med den materielle og sociokulturelle verden.”

for undervisning, hvor tre havde fokus på embodiment, mens den sidste kun havde fokus på tekst og symboler. Resultater fra et spørgeskema, som eleverne besvarede efter undervisning, viste, at eleverne fandt de tre typer undervisning med fokus på embodiment mere engagerende og indsatsen værd sammenlignet med den sidste undervisningsform (Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017). I et andet studie fik eleverne en mere positiv attitude overfor fysikundervisning ved to typer spilbaseret undervisning, hvor embodiment var i fokus, sammenlignet en kontrolgruppe med mere klassisk undervisning (Yıldırım & Baran, 2021).

Umiddelbart er der ingen studier, der har undersøgt betydningen af kropslige bevægelers kongruens til læring/forståelse af abstrakt teoretisk stof indenfor fysik. Nogle studier argumenterer for, at det er vigtigt, at de kropslige bevægelser er kongruente med det teoretiske stof, uden dog selv at have undersøgt det (Johnson-Glenberg et al., 2014; Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Lindgren et al., 2016). Der argumenteres i stedet ud fra få studier fra andre felter med simple bevægelser. Fx henvises der til to studier af sammenhængen mellem sætninger med en kropslig retning og reaktionstiden for bevægelser i samme eller modsat retningen (Glenberg & Kaschak, 2002; Koch et al., 2011). Studierne finder lavere reaktionstiden for sætninger, der er kongruente med bevægelsen sammenlignet med bevægelser, der er modsat kongruente² (ibid). Et andet eksempel er et studie af 4-til 5-årige indlæring af matematik, hvor forsøgspersonerne scorede bedre i tangram³ ved have mulighed for at rotere geometriske figurer med kongruent bevægelser på touchscreen sammenlignet med at klikke på figuren for at rotere den. Til gengæld var der bedre resultater indenfor additionsopgaver ved ikke kongruente bevægelser med mus sammenlignet kongruente bevægelser (Segal, 2011). Om kongruens af bevægelser er en væsentlig faktor indenfor embodiment i fysik er væsentligt at undersøge, da et højt behov for kongruens vil begrænse aktiviteter med fokus på embodiment indenfor de enkelte emner. Er behovet for kongruens lavt, vil det til gengæld betyde, at der kan udvikles generiske aktiviteter, som kan bruges på et bredt udsnit af emner.

Både på et individuelt og kulturelt plan er menneskers kropslige erfaringer forskellige, og der sker samtidig en udvikling i menneskers kropslige erfaringer gennem deres levetid (Fugate et al., 2019). Derfor er det relevant at undersøge, hvordan embodiment understøtter læringen i forskellige kulturer (inkl. skolesystemer), aldersgrupper etc. Selvom forskningsfeltet indenfor embodiment har været voksende de senere år, har kun enkelte studier har undersøgt embodiment i fysikundervisningen på danske gymnasier (Bruun, 2009; Bruun & Christiansen, 2016). Samtidig er undersøgelserne fra før

² I opgaven skelnes der mellem kongruente, ikke kongruente og modsat kongruente. Se teoriafsnit for uddybning.

³ En form for puslespil, hvor figurer skal laves ud fra geometriske figurer.

den seneste gymnasireform i 2017. Der er således et behov for yderligere undersøgelser af embodiment i fysikundervisningen på danske gymnasier.

1.1 Forskningsspørgsmål

Det ser ud til at brugen af embodiment i fysikundervisning generelt hjælper eleverne til bedre forståelse af det faglige indhold, samtidig med at eleverne finder undervisningen mere interessant og motiverende. Det er imidlertid uklart om graden af kongruens mellem det teoretiske stof og de kropslige oplevelser har betydning for elevernes faglige udbytte og oplevelser af undervisningen. Derudover er brugen af embodiment i fysikundervisningen på danske gymnasier kun undersøgt i begrænset omfang og ikke efter seneste gymnasireform.

Det leder frem til følgende forskningsspørgsmål:

- Hvordan kan kropslige oplevelser med henholdsvis lav og høj kongruens i forhold til det teoretiske stof i fysikundervisningen bruges til at øge elevens forståelse af udvalgte faglige begreber fra kernestoffet i C-niveau fysik STX?
- Hvordan oplever STX-elever med fysik på C-niveau fysikundervisning med fokus på læring gennem kropslige oplevelser med henholdsvis lav og høj kongruens i forhold til det teoretiske stof?

2. Teori

For at besvare forskningsspørgsmålene, vil opgaven primært tage udgangspunkt i to teorier om embodiment, der vil supplere hinanden i beskrivelsen og analysen af forskellige grader af og former for embodiment. Derudover vil motivationsteori om variation, fysisk aktivitet og kompetence blive brugt til at analysere elevernes oplevelser med undervisningsaktiviteterne.

2.1 Embodiment

Indenfor embodiment ses hjernen og kroppen som uløseligt forbundet i menneskers kognition, i kontrast til traditionel kognitionsvidenskab, der kun beskæftiger sig med hjernen (Kersting et al., 2021). Der findes mange forskellige opdelinger og definitioner indenfor embodiment. I denne opgave tages der primært udgangspunkt i to; *taksonomi for embodiment indenfor uddannelse*⁴ (Johnson-Glenberg

⁴ På engelsk: *The taxonomy of embodiment in education*

& Megowan-Romanowicz, 2017), som vil blive brugt til at beskrive forskellige grader af embodiment og kongruens i design og beskrivelse af undervisningen, og *fire former for embodiment*⁵ (Kersting et al., 2021), som vil blive brugt i analysen af elevernes oplevelser med embodiment i undervisningen.

2.1.1 Taksonomi for embodiment indenfor uddannelse

Taksonomien for embodiment indenfor uddannelse bygger på et konstrukt med tre dele:

- Mængden af sensorisk engagement⁶
- Mængden af oplevet indlevelse
- Kongruens mellem bevægelser og det, der skal læres

Hver af de tre dele repræsenterer et kontinuum fra høj til lav, og er ikke nødvendigvis ortogonale (Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017).

Mængden af sensorisk engagement (grad af embodiment) er undersøgt i mange studier (se fx Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Yıldırım & Baran, 2021; Zohar & Levy, 2021). Studierne finder generelt, at graden af embodiment har en betydning for faglig forståelse, hvor høj embodiment er bedre en lav embodiment. Det er til gengæld uklart, hvor meget embodiment er ”nok”. Denne del af konstruktet virker derfor relevant.

Mængden af oplevet indlevelse er undersøgt i studiet, hvor taksonomien foreslås i teori afsnittet. Det er gjort ved at sammenligne to typer undervisning med høj grad af embodiment med hhv. høj oplevet indlevelse (tilknyttet fyldig historie) og lav oplevet indlevelse (ingen historie). Studiet finder ingen forskel i faglig forståelse eller engagement (Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017). Ud fra det ene studie kunne det tyde på, at denne del af konstruktet er mindre relevant.

I flere artikler foreslås det som relevant, at der er kongruens mellem bevægelser og det, der skal læres (Johnson-Glenberg et al., 2014; Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Lindgren et al., 2016). Der er imidlertid umiddelbart ingen studier, der har undersøgt betydningen af bevægelsers kongruens til læring/forståelse af abstrakt teoretisk stof indenfor fysik. Der findes enkelte studier af kongruens mellem simple bevægelser og teoretisk stof (Glenberg & Kaschak, 2002; Koch et al., 2011;

⁵ På engelsk: *Four senses of embodiment*

⁶ Beskrives også som grad af embodiment

Segal, 2011), hvor det kunne tyde på at kongruente bevægelser er bedre en modsat kongruente bevægelser (Glenberg & Kaschak, 2002; Koch et al., 2011), mens forskellen mellem kongruente bevægelser og mere generelle bevægelser er mere uklar (Segal, 2011).

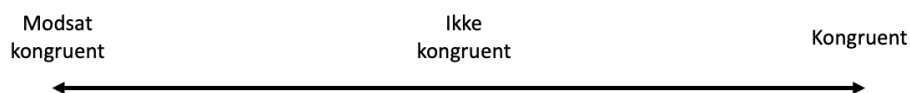
I Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz's (2017) taksonomi beskrives kongruens mellem bevægelser og det, der skal læres på et kontinuum fra *ikke kongruente* til *kongruente* (se Figur 1).



Figur 1: Opdeling af bevægelser fra ikke kongruente til kongruente.

I denne opdeling inkluderer *ikke kongruente* både bevægelser, der er modsatrettede de kongruente bevægelser, og bevægelser, der ingen relation har til det, der skal læres.

Derfor foreslår jeg i stedet, at lave en opdeling fra *modsat kongruente* bevægelser, over *ikke kongruente* bevægelser, til *kongruente* bevægelser. Her er modsat kongruente bevægelser, der er modsatrettet det, der skal læres eller bliver sagt, fx at man skal rejse sig op, når der bliver sagt "ned", eller at man skal bevæge en model af Månen rundt om en model Solen i stedet for en model Jorden. Ikke kongruente bevægelser er bevægelser, der ingen relation har til det, der skal læres eller bliver sagt, fx at elever går en tur, mens de taler om, hvorfor der er årstider på Jorden. Kongruente bevægelser er bevægelser, hvor der er en tydelig sammenhæng mellem det, der skal læres eller bliver sagt, fx at man skal rejse sig op, når der bliver sagt "op", eller at man skal bevæge en model af Månen rundt om en model af Jorden.

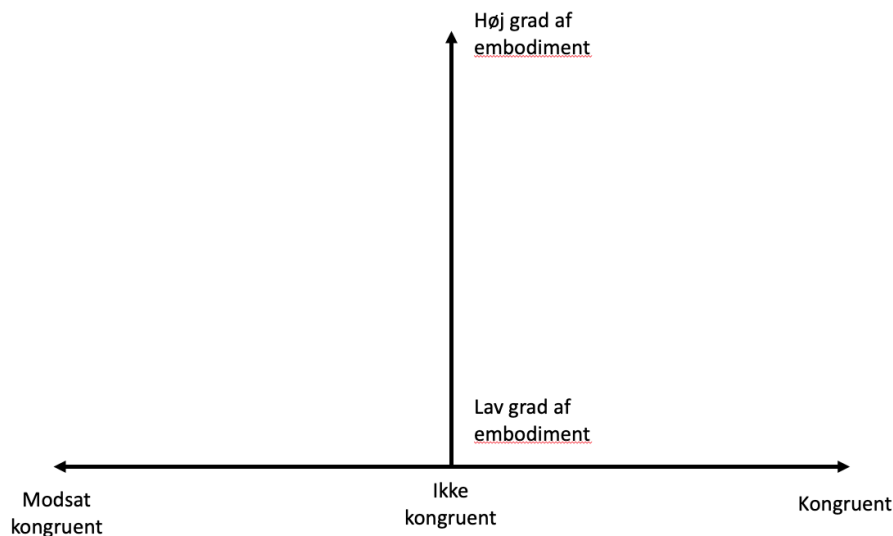


Figur 2: Denne opgaves forslag til opdeling af bevægelser fra modsat kongruente, over ikke kongruente, til kongruente.

Samlet vil jeg foreslå en revideret taksonomi for embodiment indenfor uddannelse, hvor graden af indlevelse fjernes, og indholdet bliver:

- Grad af embodiment (mængden af sensorisk engagement) på et kontinuum fra lav til høj
- Kongruens mellem bevægelser og det, der skal læres på et kontinuum fra modsat kongruente bevægelser, over ikke kongruente bevægelser, til kongruente bevægelser.

Figur 3 viser en grafisk repræsentation af den reviderede taksonomi.



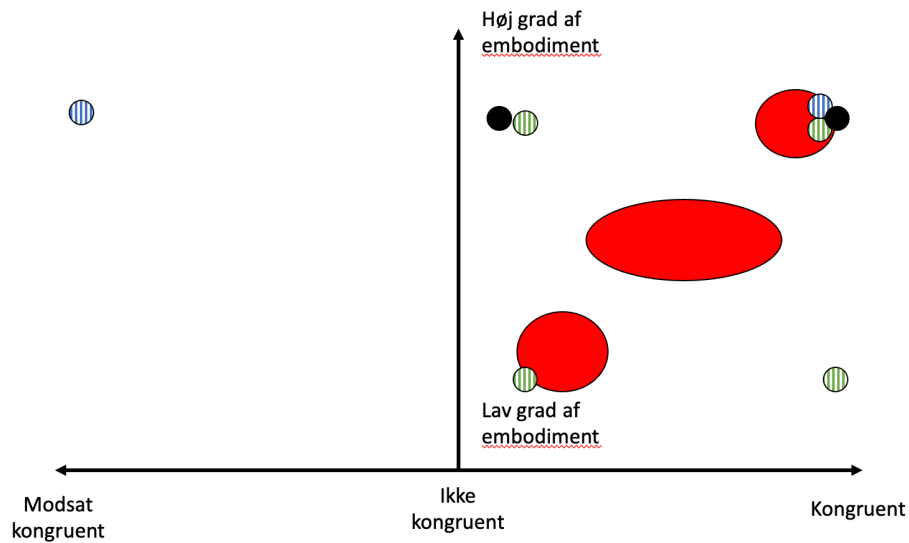
Figur 3: Forslag til revideret taksonomi for embodiment i undervisning.

Med den reviderede taksonomi for embodiment i undervisning kan vi prøve at danne os et overblik over den nuværende litteratur om embodiment ved at placere studierne på koordinatsystemet Figur 4.

Ser vi på graden embodiment har mange studier sammenlignet undervisning fra høj grad af embodiment til lav grad af embodiment i undervisning i fysik (se fx Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Yıldırım & Baran, 2021; Zohar & Levy, 2021). De fleste studierne forholder sig ikke til graden af kongruens, men bevægelsernes grad af embodiment ser generelt ud til at være korreleret med, hvor kongruent bevægelserne er, så høj grad af embodiment har højere kongruens end lav grad af kongruens - studierne er samlet markeret med rød.

Ser vi på graden af kongruens har vi to studier, der har sammenlignet simple fysiske bevægelser med høj grad af embodiment med hhv. høj og modsat kongruens ved vurdering af korrektheden af simple sproglige udsagn (Glenberg & Kaschak, 2002; Koch et al., 2011) - blåstiplet markeringer. Et andet studie har sammenlignet bevægelser med hhv. høj og lav grad af embodiment med kongruent og ikke kongruente bevægelser ved undervisning i matematik hos 4- til 5-årige (Segal, 2011) - grønstiplet markering. Ingen af studierne har umiddelbart undersøgt betydningen af kongruens ved høj grad af embodiment ved undervisning i abstrakte begreber i fysik eller andre abstrakte begreber i naturvidenskabelige fag hos unge.

I dette studie vil bevægelser med høj grad af embodiment og hhv. høj og lav kongruens blive undersøgt - sort markering. Modsat kongruens bliver ikke undersøgt, da det umiddelbart virker kontraproduktivt at udsætte elever for modsatrettede bevægelser ifm. abstrakt teoretisk stof, fx at bevæge en model af Månen rundt om en model af Solen i stedet for en model af Jorden.



Figur 4: Placering af forskellige studier i revideret taksonomi for embodiment indenfor uddannelse. Røde markeringer er studier med fokus på forskellige grader af embodiment, blåstiplede markeringer er to studier af høj embodiment med hhv. høj og modsat kongruens ved sprogligundervisning, grønstiplede markeringer er et studie af hhv. høj og lav kongruens ved hhv. høj og lav grad af embodiment ved matematikundervisning af 4- til 5-årige. Sorte markeringer er dette studie. Rene markeringer er undersøgelser af fysikundervisning, mens stiplede markeringer er undersøgelser af anden undervisning. Vær opmærksom på, at placeringer er estimeret og tætliggende markeringer sagtens kunne overlape eller bytte plads.

2.1.2 Fire typer embodiment

De fire former for embodiment kan bruges som et analytisk værktøj til at vurdere kvaliteten af embodiment (Kersting et al., 2021), hvor taksonomien for embodiment indenfor uddannelse forholder sig kvantitativt til graden af embodiment (mængden af sansemotorisk engagement), dvs. hvor meget kroppen bliver brugt. Taksonomien for embodiment indenfor uddannelse bliver i dette studie brugt til at udarbejde de to former for undervisning med hhv. høj kongruens (HK) og lav kongruens (LK), mens de fire former for embodiment vil blive anvendt til at give en mere nuanceret analyse af forskelle i elevernes oplevelser med embodiment indenfor de to undervisningsgrupper, dvs. hvordan kroppen bliver anvendt.

De fire former for embodiment er:

Den fysiske form for embodiment omhandler, hvordan kroppens sanser bruges til at forstå verden. Her vil der fx være fokus på at udnytte materiel forankring til at forklare abstrakte fysiske fænomener.

Den fænomologiske form for embodiment omhandler indtryk og følelser, som opstår gennem oplevelser med kroppen. Her vil der fx være fokus på at lære med og gennem kroppen i praktiske situationer.

Den økologiske form for embodiment omhandler sammenspillet med krop, sind og omgivelser. Den omgivende verden ses som en aktiv medspiller for kognitionen, ikke bare en passiv scene. Her vil der fx være fokus på, hvordan omgivelserne spiller en aktiv rolle i tilskrivelse af mening gennem ”affordances”, og hvordan kognitiv information kan ”offloades” til omgivelserne.

Den interaktionistiske form for embodiment omhandler kroppens rolle i sociale aktiviteter. Her vil der fx være fokus på, hvordan kropslige interaktioner mellem mennesker påvirker kognitionen. (Kersting et al., 2021).

2.2 Motivation

Motivation er et bredt begreb, og der findes mange forskellige teorier, der forsøger at beskrive elevers motivation. I denne opgave vil fokus være på elevernes oplevelse med variation, fysisk aktivitet og oplevet kompetence.

2.2.1 Variation

Variation i undervisning spiller en væsentlig rolle i elevers motivation for undervisning, da variationen er med til at styrke elevers engagement og fokus i undervisningen (EVA, 2021). Desuden er variationen med til at sikre en metodemangfoldighed, som kan styrke elevernes faglige forståelse (ibid). Ligeledes kan variationen i undervisningsformer gøre det nemmere for alle elever at være med (EVA, 2023), samt øge elevernes oplevede opgaveværdi (Krogh & Andersen, 2020).

På gymnasierne er variation også et krav i undervisningen, jf. Gymnasiebekendtgørelsen § 28, stk. 2:

”Institutionens leder sikrer, at undervisningen tilrettelægges, således at eleverne gennem hele uddannelsen møder variation og progression i arbejdsformerne (...).⁷”

2.2.2 Fysisk aktivitet

Der er ofte være en sammenhæng mellem graden af embodiment og mængden af fysisk aktivitet i en aktivitet, således at lav grad af embodiment vil indbefatte lav grad af fysisk aktivitet, fx stillesiddende tavleundervisning, mens høj grad af embodiment vil indbefatte en højere grad af fysisk aktivitet, fx

⁷ Bekendtgørelse af lov om de gymnasiale uddannelser, LBK nr. 41 af 12/01/2024: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2024/41>

aktiviteter, hvor eleverne skal opleve fysiske kræfter på egen krop (se fx Bruun & Christiansen, 2016). Der kan dog være eksempler på aktiviteter med høj grad af embodiment og kun en moderat grad af fysisk aktivitet, fx stående manipulation af objekter på en interaktivt whiteboard (se fx Yildirim & Baran, 2021). Det kan derfor også være relevant at se på elevers oplevelser med fysisk aktivitet sammen med deres oplevelser med embodiment.

Fysisk aktivitet i skoletiden kan være med til at fremme børn og unges trivsel (Dansk Skoleidræt, 2022b; Pedersen et al., 2016). Den fysiske aktivitet kan være med til at styrke børn og unges positive selvopfattelse, selvtillid og selvværd, styrke elevers prosociale adfærd og sociale samt forebygge depression, angst og stress (Dansk Skoleidræt, 2022b). Det kan ske gennem fx aktive pauser, mere idrætsundervisning eller faglige aktiviteter med fysisk aktivitet indbygget.

Fysisk aktivitet har samtidig generelt klare positive effekter for sundheden (fysisk, mentalt og socialt) (Dansk Skoleidræt, 2022a; Pedersen et al., 2016; Sundhedsstyrelsen, 2016, 2022). Derudover tyder meget også på, at skoleaktiviteter, der øger børn og unges samlede fysisk aktivitetsniveau, er med til at øge deres faglige niveau - i hvert fald sænker fysisk aktivitet ikke det faglige niveau (Barbosa et al., 2020; Dansk Skoleidræt, 2023; Pedersen et al., 2016).

De ovenstående kilder bygger primært på studier af elever i folkeskolealderen, og deres konklusioner er derfor ikke nødvendigvis gældende for elever i gymnasiealderen. Alligevel er de medtaget her, da meget af litteraturen er knyttet til det danske skolesystem.

2.2.3 Kompetence

Oplevelsen af kompetence kan være en væsentlig drivkraft, når det handler om elevers motivation (Krogh & Andersen, 2020). Ønsker man at lave motiverende undervisning, er det derfor relevant, at undervisningen får eleverne til at føle sig kompetente og hjælper dem til at tro på egne evner til at kunne håndtere fremtidige opgaver (ibid). Et studie med sammenligning af undervisning hhv. høj og lav grad af embodiment viser, at eleverne med høj grad af embodiment får øget tro på egne evner, mens lav grad af embodiment ikke giver øget tro på egne evner (Yildirim & Baran, 2021).

3. Metode

3.1 Forskningsdesign

For at besvarer de to forskningsspørgsmål er det relevant at inddrage både kvantitative data, der kan give en beskrivelse af elevernes faglige forståelse og oplevelser med undervisningen, og kvalitative

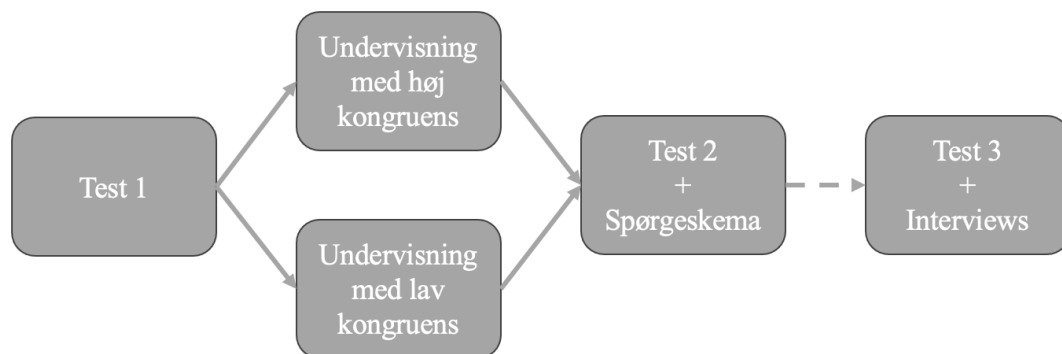
data, der kan være med til at give en mere dybdegående forståelse elevernes faglige forståelse og oplevelser med undervisningen. Derfor er der i undersøgelsen brugt *mixed methods* (Morgan, 2014).

For at få et indblik i elevernes oplevelse af fysikundervisning med fokus på læring gennem kropslige oplevelser er der gennemført to typer undervisning med fokus på kropslige oplevelser; en med høj kongruens mellem de kropslige bevægelser og det teoretiske indhold og en med lav kongruens.

Til undersøgelse af elevernes forståelse af fysikfaglige begreber er der brugt en kvantitativ, faglig test. Testen blev foretaget umiddelbart før undervisningen (Test 1), umiddelbart efter undervisningen (Test 2) og ca. halvanden måned efter undervisningen (Test 3). Målet med de første to test var at undersøge de to typer undervisnings umiddelbare effekt på forståelsen af emnet. Den tredje test var med for at se, hvor meget elevernes forståelse af emnet, ud fra de to typer undervisning, havde ændret sig over tid - altså hvor godt forståelsen var forankret hos eleverne

Til undersøgelse af elevernes oplevelse af undervisningen blev der dels gennemført et spørgeskema til vurdering af elevernes egen oplevelse af engagement umiddelbart efter undervisningen. Herudover blev der umiddelbart efter tredje faglige test (dvs. ca. halvanden måned efter undervisningen) for hver undervisningsgruppe gennemført et kvalitativt, semistruktureret gruppeinterview med tre elever i hver gruppe.

Det samlede forløb af undersøgelsen kan ses i Figur 5.



Figur 5: Oversigt over undersøgelsens forløb. Første besøg blev gennemført i slutningen af november 2023, mens det andet besøg blev gennemført midt i januar 2024.

Studiet er gennemført i en klasse på et andet gymnasium for at undgå forudindtagede holdninger til mig og min undervisning. Jeg har i forvejen fokus på embodiment i min egen fysikundervisning og har haft elever fra alle skolens klasser i forbindelse med undervisning i naturvidenskabelig grundforløb i 1.g.

De to typer undervisning, faglig test og interviews er afprøvet ved pilottest med elever fra et af mine egne fysikhold. Herudfra er der lavet mindre justeringer, inden de to besøg.

3.2 Forsøgspersoner

Klassen var en 2.g-klasse på STX med studieretningen Idræt A⁸, Samfundsfag A og Matematik B, hvor fysik er et obligatorisk C-niveau-fag.

I klassen var der 28 elever, hvor 23 elever (16 kvinder, 7 mænd) var deltagende ved begge besøg. Kun de 23 elever er inkluderet i studiets resultater. Disse er født i 2005 (13), 2006, (9) og 2007 (1), og har dermed været 15-18 år ved første besøg.

3.3 Undervisning

Inden første besøg blev der udarbejdet to lektioner af ca. 35 min varighed (eksklusiv faglige tests og spørgeskema) med hhv. høj og lav grad af kongruens mellem de kropslige oplevelser og det teoretiske stof. Emnet for lektionerne ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener”, som er en del af kernestoffet på fysik C, STX⁹.

I tilrettelæggelsen af undervisningen for begge grupper er der taget udgangspunkt i en *konstruktivistisk tilgang* til læring. Her er det væsentligt, at eleverne selv arbejder aktivt med det faglige stof og får det knyttet til deres eksisterende viden (Krogh & Andersen, 2016). I dette studier sker det primært gennem gruppearbejde med fokus på elevdialog samt en *undersøgelserbaseret tilgang* (se fx Madsen et al., 2020) til undervisningen.

Undervisningen med begge grupper blev gennemført i en dobbeltlektion (2x70 min), hvor HK-gruppen først havde deres lektion, mens LK-gruppen havde normal fysikundervisning i det tilstødende lokale med et fagdepot imellem. I Tabel 1 er forløbet opsummeret.

⁸ Læreplan Idræt A, STX 2022: <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/gym/pdf22/juni/220704-idrt-a--lokal-studie-retning--august-2022.pdf>

⁹ Læreplan Fysik C, STX 2017: <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/gym-laereplaner-2017/stx/fysik-c-stx-august-2017-ua.pdf>

Tid	HK-gruppe	LK-gruppe
08.15-09.25	Lektion med fokus på kropslige oplevelser.	Normal fysikundervisning med egen lærer i tilstødende lokale.
09.25-09.40	Pause	
09.40-10.50	Normal fysikundervisning med egen lærer i tilstødende lokale.	Lektion med fokus på kropslige oplevelser.

Tabel 1: Oversigt over opdelingen ved besøg 1.

3.4 Faglig test

Den faglige test bestod af fire åbne opgaver, som eleverne skulle besvare skriftligt med ord og/eller tegninger. Muligheden for at bruge både ord og tegninger kan øge graden af alignment mellem undervisning med inddragelse af kropslige oplevelser og den tilhørende faglige evaluering (Kolovou, 2022).

Hver af opgaverne i den faglige test blev givet point ud fra nedenstående beskrivelser. Eksempler på point fra 0-4 for hver opgave kan findes under Bilag 6.

Point	Beskrivelse
0	Intet korrekt eller ikke besvaret.
1	Lidt korrekt forklaring med mange væsentlige mangler.
2	Overvejende korrekt forklaring med nogle væsentlige mangler.
3	Korrekt forklaring med nogle mindre væsentlige mangler.
4	Helt korrekt og dækkende forklaring.

Tabel 2: Beskrivelser af point for opgaverne i de faglige tests.

3.5 Spørgeskema

For at undersøge elevernes oplevelse med undervisningen, blev der med inspiration fra Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz (2017) udarbejdet et spørgeskema med fokus på elevernes oplevelse af interesse og engagement i den gennemførte undervisning.

Spørgeskemaets forskellige dele præsenteres nedenfor, mens alle spørgsmålene kan findes i Bilag 7. Et eksempel på det samlede spørgeskema, som eleverne udfyldte, kan findes her:

<https://forms.gle/guBvwEvxyLWNMA3r5>

Spørgeskemaet bestod først af tre spørgsmål til beskrivelse af forsøgspersonerne (spg. 1-3 i Bilag 7).

Efterfølgende kom der fire par af spørgsmål om engagement (spg. 4.1-7.2 i Bilag 7). Første spørgsmål i hvert par var et lukket spørgsmål med fem svarmuligheder på en Likert-skala: ”Meget enig”, ”Delvist enig”, ”Hverken enig eller uenig”, ”Delvist uenig”, ”Meget uenig”. Derudover var det muligt at svare ”Ved ikke”, da svarkategorien er med til at øge både validiteten og reliabiliteten af de lukkede spørgsmål (Nielsen & Rasmussen, 2011). Efter hvert lukket spørgsmål var der mulighed for at komme med uddybende kommentarer til det lukkede spørgsmål. Kombinationen af lukkede og åbne spørgsmål var valgt for at højne hhv. reliabiliteten og validiteten af spørgeskemaets resultater.

Til sidst fik eleverne mulighed for at komme med en vurdering af, hvor meget de oplevede at have lært om emnet gennem undervisningen og at komme med uddybende kommentarer til det samt evt. yderligere kommentarer (spg. 8.1-9 i Bilag 7).

3.6 Interview

For hver gruppe blev der foretaget et semistruktureret gruppeinterview med tre elever, der havde meldt sig frivilligt til at deltage. Først blev HK-gruppen interviewet og efter en kort pause blev LK-gruppen interviewet. Begge interviews blev optaget med både videofilm inkl. lyd og ren lydoptagelse for at gøre den senere transskribering nemmer.

Interviewene fulgte en interviewguide, som i sin fulde form kan ses under Bilag 8. Først fik eleverne præsenteret (genopfrisket) projektet og målet med interviewet. Herefter blev de indledningsvis spurgt ind til generelle oplevelser med emnet og undervisningen. Efterfølgende fokuserede spørgsmålene sig om forskellige dele af undervisningens indhold (opbygning, forforståelse, brug af kroppen, konceptuel forståelse og motivation), inden eleverne til sidst havde mulighed for at komme med nogle konkluderende og yderligere bemærkninger.

3.7 Analyse af data

Kvantitative data

Resultater fra de faglige test og de lukkede spørgsmål i spørgeskemaet blev eksporteret til Microsoft Excel 2024 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA). Her blev der beregnet middelværdier (mean) og standardafvigelse (SD). Samtidig blev der for resultater hver gruppes resultater i hver test lavet grafer for hhv. hver opgave, samlet resultat og antal tegninger.

For at bestemme om der statistik forskel mellem de forskellige tests og grupperne, blev data eksporteret til GraphPad Prism Version 10.2.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, California, USA). Her blev der foretaget parrede to-halet t-test ved sammenligning mellem forskellige tests for samme gruppe (hhv. HK-HK og LK-LK), mens der ved sammenligning af samme tests for forskellige grupper (HK-LK) blev foretaget uparrede to-halet t-test. Signifikansniveauet blev sat ved $p < 0,05$. Samtidig er tendensniveauet sat til $p < 0,10$. Begge dele rapporteres grundet den begrænsede mængde forsøgspersoner.

Resultaterne fra de lukkede spørgsmål i spørgeskemaet (spg. 4.1, 5.1, 6.1, 7.1 og 8.1 i Bilag 7) er præsenteret i grafer med procentvis fordeling af svar. Der er ikke udregnet statistiske forskelle på de første fire lukkede spørgsmål om oplevelser med undervisningen, da svarmulighederne er kvalitativt forskellige og uden et kvantitativt element (fx talrække fra 1-5). Ved det sidste lukkede spørgsmål er der en tilknyttet talrække, og resultaterne blev derfor undersøgt for statistisk forskel vha. en uparret to-halet t-test med signifikansniveauet sat ved $p < 0,05$ og tendensniveauet sat til $p < 0,10$.

Kvalitative data

Til hvert af de åbne svar (spg. 4.2, 5.2, 6.2, 7.2, 8.2 og 9. i Bilag 7) præsenteres de væsentligste kommentarer umiddelbart efter de lukkede spørgsmål, som de er knyttet til.

Lydfilerne fra hvert interview blev overført til Microsoft Word 2024 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA), som blev brugt til at lave en automatisk generet transskription af hvert interview (se Bilag 9 for deklARATION om brug af GAI). De to automatisk generede transskriptioner blev efterfølgende gennemgået og revideret ud fra tilhørende lyd- og videofiler, så transskriptionerne var korrekte. Efterfølgende blev der foretaget en *tematisk analyse* (Braun & Clarke, 2006) af hvert af transskriptionerne.

Kodningen startede deduktivt med fire temaer (embodiment, undervisningens opbygning, motivation og faglige misforståelser), hvortil de underlæggende koder til embodiment og motivation samt koderne *elevdialog* og *forforståelse inddrages* under undervisningens opbygning er udviklet deduktivt. Koden *manglende opsamling* og koderne til de faglige misforståelser er fundet induktivt. I Tabel 3 findes koder til hvert af de fire temaer samt en beskrivelse af hver kode.

Tema	Kode	Beskrivelse af kode
Embodiment	Fysiske form	Eleverne taler om, hvordan deres fysiske kroppe og sanser har haft indflydelse på deres læringsprocesser i undervisningen. Fx brugen af hænder til at manipulere udstyr eller direkte oplevelser med kroppens sanser i undervisningen.
	Fænomologiske form	Eleverne taler om, hvordan deres personlige følelser og oplevelser har haft indflydelse på deres læringsprocesser i undervisningen. Fx følelsesmæssige oplevelser med det faglige indhold.
	Økologiske form	Eleverne taler om, hvordan interaktionen mellem dem (krop og sind) og læringsmiljøet har haft indflydelse på deres læringsprocesser i undervisningen. Fx undervisningsrummets udformning eller brugen af materialer i undervisningen.
	Interaktionistiske form	Eleverne taler om, hvordan sociale interaktioner og kultur har haft indflydelse på deres læringsprocesser i undervisningen. Fx gruppearbejde eller lærer-elev-interaktion.
	Forståelse og høj grad af embodiment	Eleverne taler om, hvilken betydning aktiviteterne med høj grad af embodiment har haft for deres faglige forståelse.
Undervisningens opbygning	Elevdialog	Eleverne taler om aktiviteter med dialog mellem elever i undervisningen.
	Forforståelse inddrages	Eleverne taler om, hvordan deres forståelse blev inddraget i undervisningen.
	Manglende opsamling	Eleverne taler om manglende opsamling på det faglige indhold i undervisningen.
Motivation	Variation	Eleverne taler om, hvilken betydning variation af undervisningsformer har på deres oplevelse af undervisningen.
	Fysisk aktivitet	Eleverne taler om, hvilken betydning undervisningsformer med fysisk aktivitet har på deres oplevelse af undervisningen.
	Kompetence	Eleverne taler om deres oplevelse af øget faglig forståelse gennem undervisningen, som de finder relevant.
Faglige misforståelser	Årstider skyldes afstand	Eleverne forklarer, at årstider skyldes variation i Jordens afstand til Solen.
	Månens faser pga. Jordens skygge	Eleverne forklarer, at Månens faser skyldes, at Jorden skygger på Månen på varierende måder.

Tabel 3: Temaer, koder og beskrivelser af koder i den tematiske analyse.

4. Resultater og analyse

4.1 Faglige tests

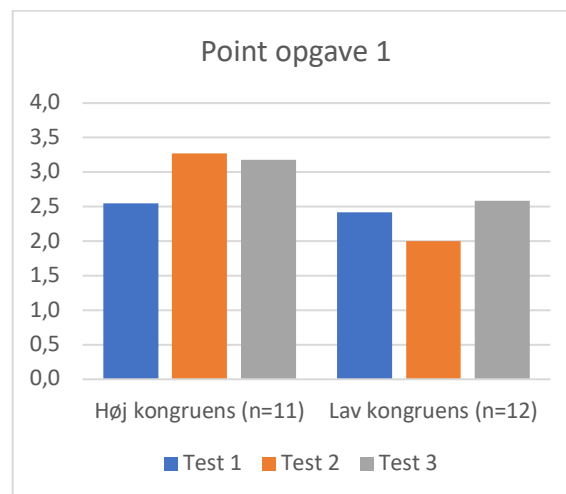
Antal point

En samlet oversigt over middelværdier (mean), standardafvigelse (SD), signifikante forskelle (markeret med store bogstaver) og tendenser (markeret med små bogstaver) i hver af de tre test for hhv. HK og LK kan ses i Tabel 3.

	Høj kongruens (n=11)						Lav kongruens (n=12)					
	Test 1		Test 2		Test 3		Test 1		Test 2		Test 3	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Opg. 1	2,5	1,0	3,3 ^a	0,6	3,2	1,0	2,4	1,2	2,0 ^B	1,1	2,6	1,1
Opg. 2	2,0	0,8	2,5	0,9	1,9 ^B	1,0	1,5	1,1	1,3 ^B	0,9	1,4	0,8
Opg. 3	1,7	0,8	3,1 ^A	0,7	1,9 ^B	1,4	0,8 ^A	0,9	1,9 ^{BD}	1,1	1,2 ^e	1,1
Opg. 4	1,6	1,0	3,3 ^A	0,6	2,3 ^{AB}	0,6	1,3	0,9	1,9 ^{Bd}	1,4	2,0 ^d	1,2
Samlet	7,9	2,4	12,2 ^A	1,8	9,3 ^{aB}	3,0	6,0	2,9	7,2 ^{Bd}	3,5	7,2 ^{cd}	2,5
Tegninger	1,3	1,3	1,6	1,7	1,5	1,8	1,3	2,6	0,7 ^D	2,3	1,5 ^E	2,6

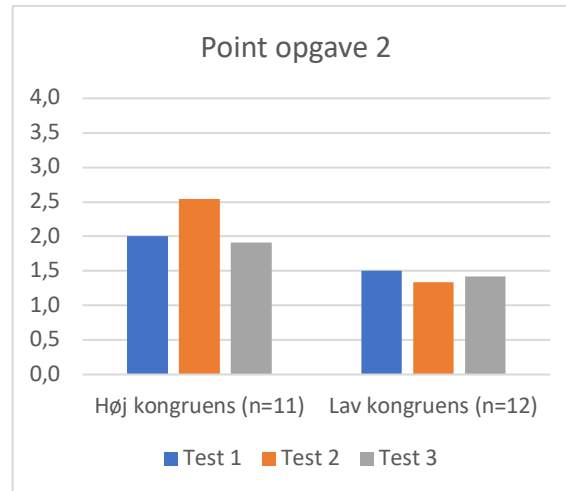
Tabel 4: Middelværdier (Mean) og standardafvigelser (SD) for hver måling for de to undervisningsgrupper i hver af de tre faglige tests. Stort A angiver signifikant forskellig ($p < 0,05$) fra samme måling for HK Test 1, mens lille a angiver tendens til forskel ($p < 0,10$) fra samme måling for HK test 1. På samme måde er B og b forskellig fra HK test 2, C og c forskellig fra HK test 3, D og d forskellig fra LK test 1, E og e forskellig fra LK test 2.

I opgave 1 havde HK tendens til flere point i Test 2 end Test 1 ($p = 0,0703$). Der var ingen forskelle i LK's point i de tre tests. HK havde signifikant flere point end LK i Test 2 ($p = 0,0036$) (se Figur 6).



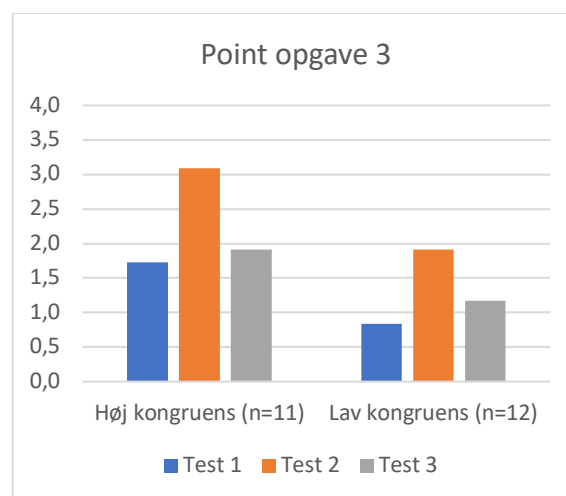
Figur 6: Middelværdi af antal point i opgave 1 for HK og LK i Test 1-3.

I opgave 2 havde HK signifikant flere point i Test 2 end Test 3 ($p = 0,0455$). Der var ingen forskelle i LK's point i de tre tests. HK havde signifikant flere point end LK i Test 2 ($p = 0,0044$) (se Figur 7).



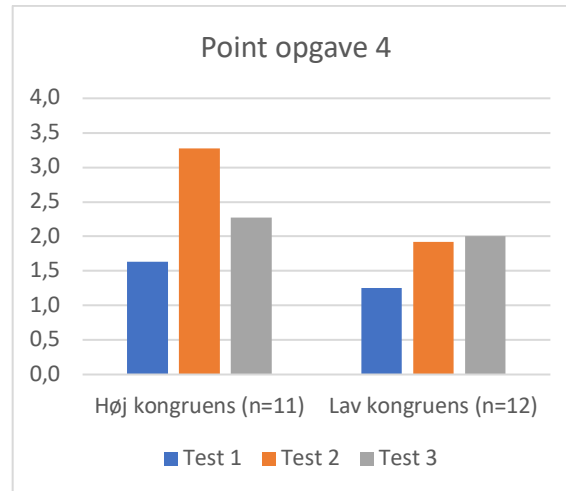
Figur 7: Middelværdi af antal point i opgave 2 for HK og LK i Test 1-3.

I opgave 3 havde HK signifikant flere point i Test 2 end Test 1 ($p = 0,0013$) og Test 3 ($p = 0,0289$). LK havde signifikant flere point i Test 2 end Test 1 ($p = 0,0031$) og tendens til flere point i Test 2 end Test 3 ($p = 0,0950$). HK havde signifikant flere point end LK i Test 1 ($p = 0,0224$) og Test 2 ($p = 0,0060$) (se Figur 8).



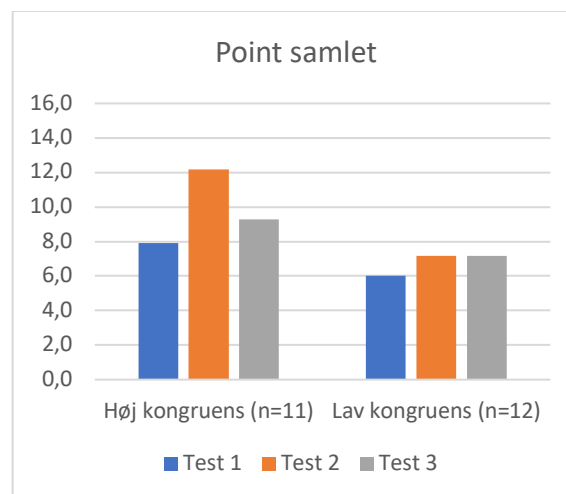
Figur 8: Middelværdi af antal point i opgave 3 for HK og LK i Test 1-3.

I opgave 4 havde HK signifikant flere point i Test 2 end Test 1 ($p < 0,0001$) og Test 3 ($p = 0,0016$) samt i Test 3 end Test 1 ($p = 0,0026$). LK havde tendens til flere point i Test 2 ($p = 0,0708$) og Test 3 ($p = 0,0819$) end Test 1. HK havde signifikant flere point end LK i Test 2 ($p = 0,0073$) (se Figur 9).



Figur 9: Middelværdi af antal point i opgave 4 for HK og LK i Test 1-3.

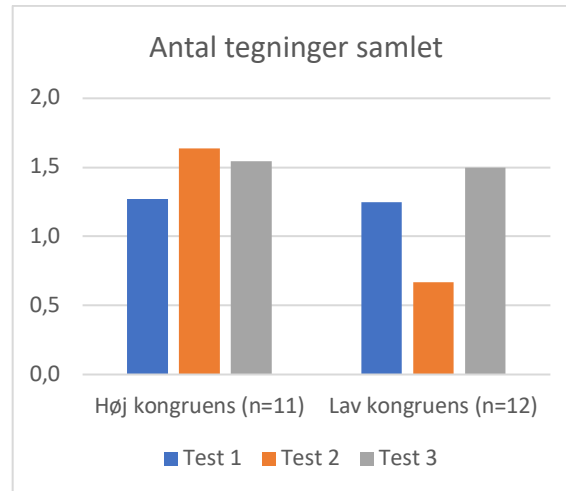
Samlet havde HK signifikant flere point i Test 2 end Test 1 ($p = 0,0002$) og Test 3 ($p = 0,0113$) samt tendens til flere point Test 3 end Test 1 ($p = 0,0768$). LK havde tendens til flere point i Test 2 ($p = 0,0891$) og Test 3 ($p = 0,0621$) end Test 1. HK havde signifikant flere point end LK i Test 2 ($p = 0,0003$) og tendens til flere point i Test 3 ($p = 0,0835$) (se Figur 10).



Figur 10: Middelværdi af samlet antal point i opgave 1-4 for HK og LK i Test 1-3.

Tegninger

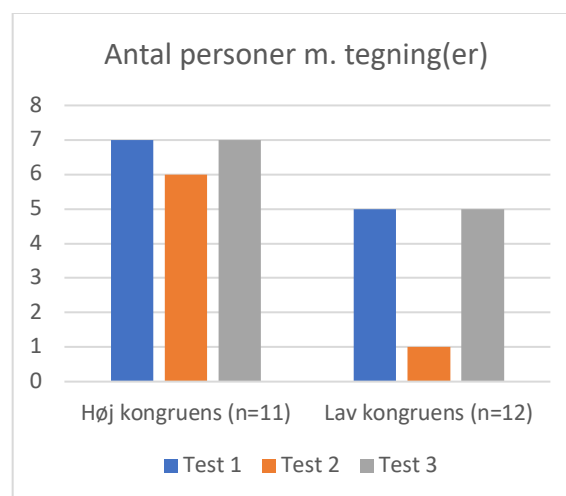
Antallet af tegninger var det samme i alle tre tests for HK. LK havde signifikant færre tegninger i Test 2 end Test 1 ($p = 0,0463$) og Test 3 ($p = 0,0251$) (se Figur 11).



Figur 11: Middelværdi af antal tegninger i opgave 1-4 for HK og LK i test 1-3.

I HK-gruppen var der 7 elever, der lavede tegninger til deres besvarelser i Test 1, 6 elever i Test 2 og 7 elever i Test 3 (se Figur 12). 4 af disse elever havde lavet tegninger i alle tre tests.

I LK-gruppen var der 5 elever, der lavede tegninger til deres besvarelser i Test 1, 1 elev i Test 2 og 5 elever i Test 3 (se Figur 12). 1 af disse elever havde lavet tegninger i alle tre tests.



Figur 12: Antal personer med en eller flere tegninger for HK og LK i test 1-4. Vær opmærksom på, at antallet er angivet i absolutte værdier.

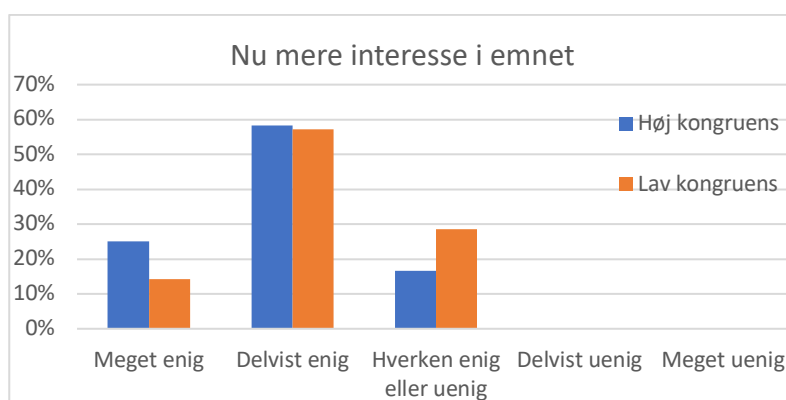
Samlet peger resultaterne fra de faglige tests øget faglig forståelse hos både HK-gruppen og LK-gruppen umiddelbart efter undervisningen (Test 2), dog med bedre forståelse hos HK-gruppen. Halvanden måned efter undervisningen (Test 3) hænger en del af den øgede faglige forståelse hos begge grupper stadig fast. Igen med bedre forståelse hos HK-gruppen. Brugen af tegninger er markant lavere hos LK-gruppen i Test 2 end de resterende tests for både LK og HK.

4.2 Spørgeskema

Ved spørgeskemaet første lukkede spørgsmål (spg. 4.1 Bilag 7) var HK-gruppens svar 25 % ”Helt enig”, 58 % ”Delvist enig” og 17 % ”Hverken enig eller uenig”. LK-gruppens svar var 14 % ”Helt enig”, 57 % ”Delvist enig” og 29 % ”Hverken enig eller uenig”.

I HK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev tre elever, at emnet var spændende og/eller interessant. Tre elever skrev, at de har fået en bedre forståelse af emnet (forskellige formuleringer). En elev skrev, at øvelsen ikke har givet hende lyst til at vide mere.

I LK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev fem elever, at emnet var spændende og/eller interessant. Tre elever skrev, at de allerede var interesseret i emnet på forhånd, af disse var to elever allerede interesseret i emnet, og derfor gav undervisningen dem ikke lyst til at lære mere.



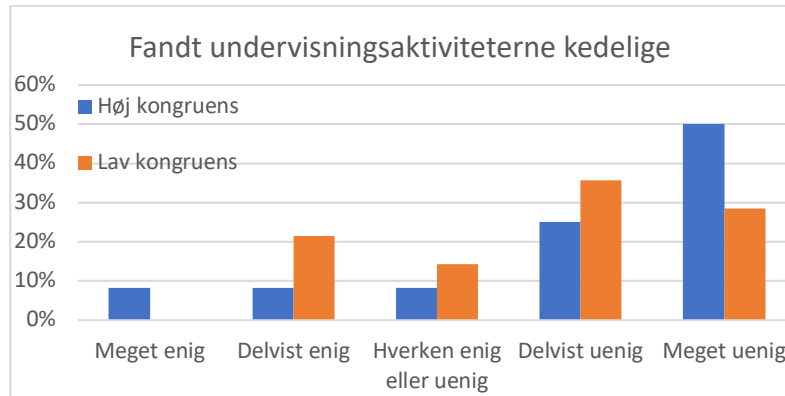
Figur 13: Svarfordeling til udsagnet: ”Jeg er nu mere interesseret i emnet ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener” end før undervisningsaktiviteterne.

Ved spørgeskemaet andet lukkede spørgsmål (spg. 5.1 Bilag 7) (vær opmærksom på, at spørgsmålet er omvendt kodet) var HK-gruppens svar 8 % ”Helt enig”, 8 % ”Delvist enig”, 8 % ”Hverken enig eller uenig”, 25 % ”Delvist uenig” og 50 % ”Helt uenig”. LK-gruppens svar var 0 % ”Helt enig”, 21 % ”Delvist enig”, 14 % ”Hverken enig eller uenig”, 36 % ”Delvist uenig” og 29 % ”Helt uenig”.

I HK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev syv elever positive kommentarer til undervisningen, fx at det var ”sjovt”, ”spændende”, ”fedt”. Fire af disse kommentarer nævner også, at det var godt at bruge kroppen i undervisningen, fx ”lave noget med hænderne”, i stedet for fx ”bog eller papir”.

I LK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev tre elever kun, at undervisningsaktiviteterne var sjove. Tre elever skrev, at undervisningsaktiviteterne var sjove, men de ikke forstod/husker så meget fra dem. To elever skrev, at der i vendespillet kom mere fokus på fart og parrede numre end forståelse. En elev skrev, at det ikke fungerede så godt at lave vendespillet i et offentligt rum, hvor

andre klasser kunne kigge på (en gruppe var ude på gangen grundet pladsmangel i klasselokalet). En anden elev problematiserer pladsmangel i klasseværelset. En elev følte at undervisningen var en smule tør.

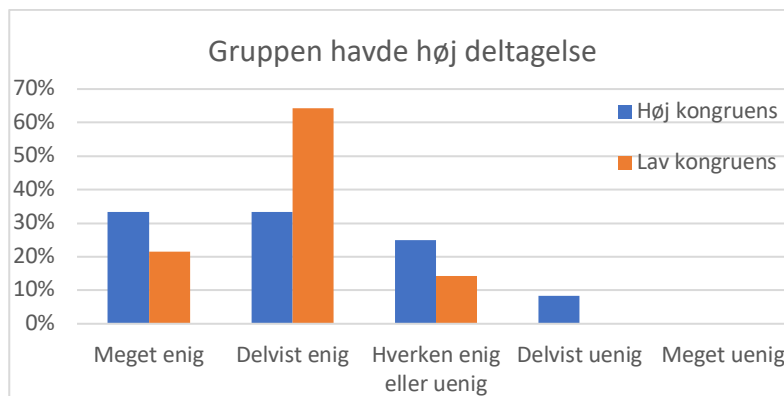


Figur 14: Svarfordeling til udsagnet: Jeg fandt undervisningsaktiviteterne kedelige.

Ved spørgeskemaet tredje lukkede spørgsmål (spg. 6.1 Bilag 7) var HK-gruppens svar 33 % ”Helt enig”, 33 % ”Delvist enig”, 25 % ”Hverken enig eller uenig” og 8 % ”Delvist uenig”. LK-gruppens svar var 21 % ”Helt enig”, 64 % ”Delvist enig” og 14 % ”Hverken enig eller uenig”.

I HK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev tre elever, at arbejdsindsatsen generelt var god. To elever skrev, at arbejdsindsatsen var god i de små grupper, men i mindre grad i de store grupper. En elev skrev, at spørgsmålene var nemme, så de gik ”over i snak om alt muligt andet”. En anden elev skrev, at alle var på, ”fordi det var nemt at forstå”.

I LK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev fem elever, at deltagelsen var god eller højere end normalt. To elever skriver ”ved ikke”. En elev skrev, at arbejdet i gruppe var godt, mens deltagelsen i stafetten var mindre god pga. afstand og mange mennesker. En elev skrev, at de ”havde svært ved det, men det var sjovt”.

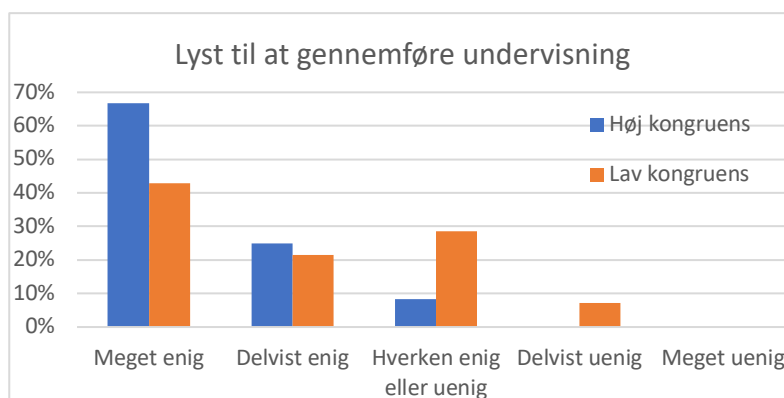


Figur 15: Svarfordeling til udsagnet: Jeg oplevede, at gruppen havde høj deltagelse i undervisningsaktiviteterne.

Ved spørgeskemaet fjerde lukkede spørgsmål (spg. 7.1 Bilag 7) var HK-gruppens svar 67 % ”Helt enig”, 25 % ”Delvist enig” og 8 % ”Hverken enig eller uenig”. LK-gruppens svar var 43 % ”Helt enig”, 21 % ”Delvist enig”, 29 % ”Hverken enig eller uenig” og 7 % ”Delvist uenig”.

I HK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev fire elever positive kommentarer: ”God lyst”, ”god undervisning”, ”interessant” og ”spændende”.

I LK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev fire elever, at det var sjovt/spændende. En elev skrev, at motivationen blev lidt lavere af, hvor svært det var at få stik. En elev skrev: ”Det var simpelthen for kedeligt, ikke super sjovt med konkurrence”.

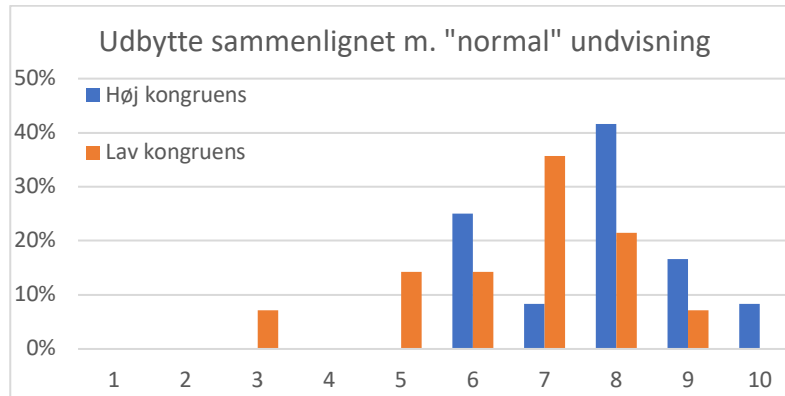


Figur 16: Svarfordeling til udsagnet: Jeg havde lyst til at gennemføre undervisningsaktiviteterne.

Ved spørgeskemaet femte lukkede spørgsmål (spg. 8.1 Bilag 7) var der en tendens til forskel ($p = 0,062$) mellem HK-gruppens svar på $7,8 \pm 1,3$ (middelværdi \pm SD) og LK-gruppens på $6,6 \pm 1,5$. Samtidig er det værd at bemærke, at alle HK-gruppens svar var over 5, mens gruppen havde ét svar (7 %) under 5, to svar på 5 (14 %) og resten over 5 (79 %).

I HK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev to elever, at de lærte en del nye ting. En elev ”vidste det meste i forvejen”. En elev skrev, at det var en god metode til at forklare.

I LK-gruppens tilknyttede åbne kommentarer skrev to elever, at de vidste meget eller det hele i forvejen. To elever skriver, at de ikke kan huske det, de havde lært. En elev skrev: ”Man lærer mere da man skal deltage aktivt for at lære.”



Figur 17: Svarfordeling til spørgsmålet: *Hvor meget oplever du at have lært om emnet gennem undervisningsaktiviteterne sammenlignet med "normal" undervisning?* (1 = Meget mindre, 5 = Det samme, 10 = Meget mere). Middelværdi \pm SD er $7,8 \pm 1,3$ for HK og $6,6 \pm 1,5$ for LK.

Ved muligheden for yderligere kommentarer (spg. 9. Bilag 7) havde HK-gruppen ingen besvarelser. To elever i LK-gruppen skrev, at undervisningen havde været god.

Samlet har både HK-gruppen og LK-gruppen positive besvarelser til spørgeskemaet om deres oplevelser med undervisningen. HK-gruppens besvarelser er generelt lidt mere positive end LK-gruppens besvarelser.

4.3 Interviews

I Tabel 5 og Tabel 6 ses den tematiske analyse for hhv. HK-gruppen og LK-gruppen. Vær opmærksom på, at nogle af eksemplerne på citater vil kunne falde under flere koder. Fx kunne citat ved koden *Forståelse og høj grad af embodiment* hos HK-gruppen også have stået som eksempel på *fysisk form* for embodiment. Overlappet mellem koderne understreger, hvordan forskellige aspekter af elevernes oplevelser hænger sammen, hvilket vil blive behandlet yderligere i diskussionsafsnittet.

Tema	Kode	Eksempler på citater
Embodiment	Fysiske form	HK-elev 1: <i>"Vi skulle jo selv udføre de her øvelser. Man skulle ligesom op og... og ligesom selv prøve sig frem med kroppen."</i>

	Fænomologiske form	HK-elev 2: "Den var meget bedre. Jeg føler, at sådan... at det i stedet for at det bare gik ind ad det ene øre og ud af det andet, så tog man det faktisk ind. Og så sådan føler jeg det sad fast, fordi at man selv ligesom har været en del af det. "
	Økologiske form	HK-elev 2: "Så sådan du bruger kroppen til ligesom sådan at være et stativ på en eller anden måde, og så var de der små bolde og sådan noget. Det var jo dine statister , hvis man kan sige det sådan. I forhold til forsøget."
	Interaktionistiske form	HK-elev 3: "Især, fordi man jo, hvis man så ikke... altså gjorde det rigtigt, eller hvad man kan sige... altså drejede Jorden rigtigt, så ødelagde du jo også forsøget for de andre. "
	Forståelse og høj grad af embodiment	HK-elev 1: "Jeg synes også, det gav en bedre forståelse, at man havde det i hænderne , i stedet for at man så en andel af det på computeren. Så var det sådan lidt mere sådan, så skulle man selv prøve at danne sig et billede i hovedet på computeren. Men, men når man står med det i hænderne, hænderne selv og så er det med til at illustrere, hvordan og hvorledes det foregår. (...)" HK-elev 3: " Man husker det lidt bedre. "
Undervisningsopbygning	Elevdialog	HK-elev 2: "Altså i de små grupper, der var det jo meget sådan, at man... Altså man var jo meget på, fordi man ikke var så mange og sådan noget . Og når man så kommer over i de større grupper, så evaluerede man jo med dem omkring, hvad de så havde lavet, og så kunne man ligesom sammenligne om man egentlig havde fundet frem til det samme, eller om man egentlig havde forstået det på samme måde og sådan de forskellige forklaringer og sådan noget."
	Forforståelse inddrages	HK-elev 2: "Vores gruppe, lille gruppe, prøvede jo os frem i forhold til, hvad vi alle sammen havde svaret selv lidt på de der forskellige papirer, for ligesom at sådan be- eller afkræfte, om det faktisk var rigtigt, det vi havde siddet og skrevet. "
	Manglende opsamling	HK-elev 2: "(...)måske en fælles gennemgang til sidst . Sådan så... Fordi, at hvis man så kom ud i den der gruppe, man havde to vidt forskellige... Og sådan, man så ikke helt fik det sådan ind, hvad det egentlig var, der var rigtigt eller forkert."
Motivation	Variation	HK-elev 1: " Det var jo anderledes, fordi det ikke, hvad vi plejer at gøre og derfor så husker man det nok også meget bedre , i stedet for man gentagne gange sidder og laver det samme form for arbejde, altså sidder og laver papirarbejde eller computerarbejde, så falder de ligesom lidt sammen nogle gange, kan jeg godt føle."
	Fysisk aktivitet	HK-elev 2: "Jeg synes også godt modulerne kan være langtrukne, men det synes jeg ikke, det her var, fordi at det ligesom bare er fysisk og sådan, så glemmer man det tiden og sådan noget. Også fordi man bliver hurtigt opslugt af det, når man selv skal stå og sådan. "
	Kompetence	HK-elev 2: "Jeg synes også det er meget grundlæggende egentlig viden, sådan at det er rart at vide på en anden måde . Hvorfor, at man egentlig har nat og dag og sådan noget forskelligt, i forhold til hvordan det fungerer, når Solen rykker sig og alt det der og Jorden drejer og hvordan den drejer og sådan."
Faglige misforståelser	Årstider skyldes afstand	HK-elev 3: "(...) når Jorden drejer rundt om Solen. Fordi den har en afstand. Når den er langt væk fra Solen, så er det vel så det der, det er vinter. "
	Månens faser pga. Jordens skygge	HK-elev 1: "Har det ikke noget at gøre med, at når Jorden ligesom har det... går ind foran Månen? "

HK-elev 3: "**Det er Jorden, der skygger for Solen.** Så når den er hernede, så var der, ja, fuldmånen eller nymåne.

Tabel 5: Tematisk analyse af HK-gruppens interview.

Tema	Kode	Eksempler på citater
Embodiment	Fysiske form	LK-elev 2: "(...) det var nemmest at kigge på de billeder der, og se hvad... hvad for der står. Der var også billeder omkring, hvordan rotationen var og systemet og sådan noget. Så synes jeg, det var nemmere ligesom at finde ud af, hvad der... hvordan det fungerer ud fra billederne."
	Fænomologiske form	Elev 1: "Jeg tror lidt, at vi er sådan en idrætsklasse, så vi er alle sammen, har måske sådan lidt konkurrrr... konkurrence... konkurrenceminded. Bare en lillebitte smule. Og det synes jeg i hvert fald, det kom rimelig meget i spil. "
	Økologiske form	LK-elev 3: "Jeg synes, det var fedt, at vi lavede et vendespil, der var inde i sådan midten. Der var et stort vendespil, så man kunne ikke bare sidde ved bordet og lave det. Man var nødt til ligesom at gå ind i midten så man fik rykket pladser, og man var i gruppe med nogle nye mennesker, og så bevægede man sig, fordi man skulle frem og tilbage og finde de der spil. "
	Interaktionistiske form	LK-elev 2: "(...) jeg tror, jeg fik mere ud af det der, vi lavede før vendespillet, hvor vi sad i grupper og sammen så fik vi lov til at nærstudere figurerne. "
	Forståelse og høj grad af embodiment	LK-elev 1: "Det (red: brug af kroppen) gjorde det ikke nemmere for mig at forstå. Men det gjorde heller ikke, at jeg glemte fuldstændig."
Undervisningens opbygning	Elevdialog	LK-elev 1: "Altså der var mere samtale imellem eleverne, fordi det ligesom ikke var læreren, der fortalte: "Det er sådan her, det er." Men, at vi ligesom snakkede sammen alle sammen om: "Hvad ved vi egentlig i forvejen?" Og: "Hvad ved I?" Og vi må også gætte."
	Forforståelse inddrages	LK-elev 2: "Det gjorde man fik lov til at tænke selv også, at vi ikke bare stod og havde en lang halv time, hvor vi sad og fik introduktion til, hvad der egentlig er hvad, men faktisk fik lov til selv at sidde og prøve at undersøge det. Og først efter vi selv havde siddet og prøvet at gøre det, så kom ja dig eller... dig over og sagde, hvordan det hele fungerede, og hvad der er rigtigt, hvad der var forkert."
	Manglende opsamling	LK-elev 3: "(...) måske få et eller andet, der kunne bekræfte ens svar; hvis man havde svaret et eller andet. Og så lige slutte af med en gennemgang eller sådan noget: "Det var svaret. Det var svaret. Det var svaret." Så man havde en ide, når man gik derfra om, ja-men forstår jeg faktisk det her, eller var det bare et skud i tågen, der var forkert?"
Motivation	Variation	LK-elev 1: "Jeg kan godt lide det der med, at der er aktiv, fordi lige nu så føler jeg i hvert fald i vores undervisning, i fysiktimerne vi har nu, der er det meget forsøg, rapport og lav selv. (...) Altså sådan, der er ikke mere i det end forsøg, rapport, aflever, forsøg, rapport, aflever. Hvor at nogle gange er et meget godt at få et break for det der, og så lære på en anden måde end. "

Fysisk aktivitet		LK-elev 2: " <i>Jeg synes, der var fedt, vi fik lov til at være ude og lave noget, for det er ikke så tit, vi faktisk får det... sådan i andre fag end idræt. Det var ret fedt.</i> " (...) LK-elev 1: " <i>(...) hvis man vidste okay den sidste modul, der laver vi sgu noget aktivt. Vi laver noget sjovt. Så vil man måske tænke "Okay, det er okay" i stedet for at tænke "Fuck".</i> "
Kompetence		LK-elev 2: " <i>(...) det er fedt at kunne sige... at vide en smule. Så, hvis der er fuldmånen, så ved jeg, hvorfor der er fuldmåne, og hvorfor det sker og hvor ofte og så noget. Det er meget fedt at vide tingene.</i> "
Faglige misforståelser	Årstider skyldes afstand	LK-elev 3: " <i>Er det ikke noget med Jordens afstand til Solen og omvendt? Det der med, at Solen er tættere på, og så er det jo varmere, og så er det sommer. Og så når den er længere væk, når Solen eller Jorden, så roterer rundt om Solen igen, så er det koldere?</i> "
	Månens faser pga. Jordens skygge	LK-elev 3: " <i>Jeg har også skrevet et eller andet med, at det (red: Månens faser) er, fordi at Jorden skygger.</i> "

Tabel 6: Tematisk analyse af LK-gruppens interview.

Indenfor temaet *embodiment* var der eksempler på de fire former for embodiment hos begge grupper. Der var dog en noget mere mangfoldig beskrivelse af oplevelser med kroppen hos HK-gruppen, især indenfor den fysiske form embodiment og interaktionistiske form for embodiment. Samtidig var der en klar forskel i gruppernes oplevelse af de kropslige aktiviteter med høj grad af embodiments betydning for deres forståelse af det faglige stof. Her oplevede HK-gruppen en klar positiv sammenhæng, mens LK-gruppen ikke oplevede en særlig sammenhæng.

Indenfor temaet *undervisningens opbygning* var der stor overensstemmelse mellem de to gruppers oplevelser. Både HK- og LK-gruppen havde oplevet mere samtale imellem elever end ved normal undervisning, hvilket de beskrev positivt. Samtidig oplevede de, at undervisningen havde taget udgangspunkt i deres faglige forforståelse. Begge grupper savnede dog også en fælles faglig opsamling i slutningen af undervisningen, hvor de kunne få helt styr på de rigtige svar.

Indenfor temaet *motivation* var der også stor overensstemmelse mellem de to gruppers oplevelser. Begge grupper kom ind på, at undervisningen havde været kærkommen variation sammenlignet med normal undervisning. Den fysiske aktivitet i undervisningen havde også været et motiverende element, der havde gjort det nemme at fastholde fokus. Samtidig havde begge grupper en oplevelse af kunne huske faglige elementer fra undervisningen, som de synes var relevant at vide.

Indenfor temaet *faglige misforståelser* var der igen stor overensstemmelse mellem de to grupper. Begge grupper forklarede, at årstider skyldes variation i Jordens afstand til Solen som følge af Jordens ellipsebane. Ligeledes mente begge grupper, at Månens faser skyldes, at Jorden kaster varierende skygger på Månen.

5. Diskussion

5.1 Faglig forståelse (Forskningsspørgsmål 1)

I dette afsnit af diskussionen vil elevernes faglige forståelse blive behandlet ved først at opsummere de undersøgelsens resultater og herefter diskutere dem med inddragelse af relevant litteratur. Alt dette knytter sig til besvarelsen af forskningsspørgsmål 1:

- Hvordan kan kropslige oplevelser med henholdsvis lav og høj kongruens i forhold til det teoretiske stof i fysikundervisningen bruges til at øge elevers forståelse af udvalgte faglige begreber fra kernestoffet i C-niveau fysik STX?

Samlet peger resultaterne fra undersøgelsens faglige tests på, at både HK-gruppen og LK-gruppen øger deres faglig forståelse gennem undervisningen både på kort sigt (Test 2) og lidt længere sigt (Test 3), dog med bedre forståelse hos HK-gruppen.

De overordnet faglige resultater stemmer fint overens med tidligere studier, der viser, at undervisning med høj grad af embodiment kan øge elevers faglige forståelse indenfor fysik (Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Lindgren et al., 2016; Yıldırım & Baran, 2021; Zohar & Levy, 2021). Samtidig er begge gruppers undervisning bygget op ud fra en konstruktivistisk tilgang til læring med primært fokus på elevdialog og en undersøgelsesbaseret tilgang. Begge elementer kan være med til at fremme elevers faglig forståelse (Krogh & Andersen, 2016).

Den højere faglig forståelse hos HK-gruppen sammenlignet med LK-gruppen ligger i tråd med tidligere undersøgelser af kongruens indenfor hhv. simple bevægelser koblet med hhv. sproglig forståelse (Glenberg & Kaschak, 2002; Koch et al., 2011) og matematikforståelse blandt 4- til 5-årige (Segal, 2011).

Dykker vi ned i de enkelte opgaver har HK-gruppen en øget forståelse i Test 2 i alle fire opgaver sammenlignet med egen Test 1 og/eller Test 3. Samtidig har HK-gruppen øget forståelse i Test 2 i alle fire opgaver og det samlede resultat sammenlignet med LK-gruppens Test 2. LK-gruppens øgede forståelse ses primært i opgave 3 og 4, som omhandler hhv. Månens faser og formørkelser, mens der er ingen forskel i forståelse i opgave 1 og 2, som omhandler dag og nat samt årstider. Det kunne altså tyde på, at undervisningen med LK primært kan bruges til at øge elevernes forståelse af Månens faser og formørkelser, mens undervisningen med HK kan bruges til alle de undersøgte emner.

I de to fokusgruppeinterviews var de to primære faglige misforståelse, at Jordens årstider skyldes variation af i Jordens afstand til Solen, samt at Månens faser opstår, når Månen bevæger sig ind i Jordens skygge. Begge disse misforståelser var også udbredte i de faglige tests. Misforståelserne

stemmer overens med de typiske faglige misforståelser præsenteret i litteraturen (Kavanagh et al., 2005; Sneider et al., 2011). Ud fra resultaterne af de faglige tests kunne det tyde på, at kun undervisningen med HK er en hensigtsmæssig tilgang til at adressere den faglige misforståelse om årstider, mens begge undervisningsformer kan bruges til at adressere den faglige misforståelse om Månens faser.

Den øgede forståelse hos HK-gruppen kan måske forklares gennem de fire former for embodiment, hvor HK-gruppen havde en mere mangfoldig beskrivelse af oplevelser med kroppen, især indenfor den fysiske form for embodiment og interaktionistiske form for embodiment.

Ved den fysiske form var det primært den visuelle sans, der var i spil hos LK-gruppen, mens HK-gruppens beskrivelser både omhandlede den visuelle sans samt brugen af hænder (den taktile sans) og brugen af hele kroppen (den vestibulære sans og den proprioreptive sans). På den måde fik HK-gruppen markant flere sanser i spil i forbindelse med forståelsen. Det er foreslået, at der har en positiv betydning for læring, jo flere sanser, der engageres ifm. læringen (Fugate et al., 2019). Arbejdet med *image schemas* (Bruun & Christiansen, 2016) ifm. læring af fysikfaglige koncepter er et eksempel på, hvordan man kan arbejde aktivt med brugen af den taktile, vestibulære og proprioreptive sans. Image schemas er presproglige, kropslige oplevelser, der danner udgangspunkt for vores kognition. I studiet blev der arbejdet med image schema'et *effort-resistance-flow* ifm. elevernes forståelse af kræfter i fysik gennem øvelser med kropslige oplevelser af kraft-modstand-bevægelse (ibid).

I sammenhæng med den fysiske form for embodiment, kan en anden begrundelse for HK-gruppens bedre faglig forståelse end LK-gruppen være, at der er brugt flere forskellige *repræsentationsformer* (Dolin, 2002) i undervisningen med HK. LK-gruppen har kun været udsat for ord (mundtligt og skriftligt) og tegninger som repræsentationsform, mens HK-gruppen har brugt kroppen i sammenspil med bolde og lampe som repræsentationsform i samspil med ord (primært mundtligt) og en tegning på arbejdsarket. I den sammenhæng er det værd at bemærke, at tegningerne 2D-repræsentationer af et 3D-emne, mens den kropslige repræsentation med bolde og lampe er en 3D-repræsentation, hvilket kan have givet HK-gruppen en fordel. Det kunne være interessant at lave en tilsvarende undersøgelse, hvor LK-gruppen havde små 3D-videoer i stedet for 2D-tegninger for at undersøge effekten af 2D vs. 3D.

Ved den interaktionistiske form for embodiment beskrev HK-gruppen, hvordan de fælles koordinere bevægelser med kroppen (høj grad af embodiment) og samarbejdet om disse, var vigtige for den fælles forståelse. Omvendt oplevede LK-gruppen, at de siddende aktiviteter med samtale (lav grad af embodiment) gav en bedre forståelse af emnet end vendespillet med stafet (høj grad af embodiment).

HK-gruppens bedre forståelse kan derfor måske hænge sammen med den højere grad af den interaktionistiske form for embodiment sammenlignet med LK-gruppen.

Det gennemsnitlige antal tegninger og antal personer med tegninger er nogenlunde ens hos HK-gruppen i de tre tests. Til gengæld er der et markant fald i det gennemsnitlige antal tegning hos LK-gruppen, hvilket hænger sammen med, at fem elever har tegninger med deres besvarelse i Test 1 og 3, men kun én elev har i Test 2. Tegninger er relevant at kigge på, da det er en repræsentationsform, der har større alignment med høj grad af embodiment end rene skriftlige besvarelser (Kolovou, 2022). LK-gruppen har ellers primært beskæftiget sig med ord og tegninger som repræsentationsform, hvorfor det kan synes oplagt, at de også ville anvende begge repræsentationsformer i deres besvarelser. Forklaring på, at de alligevel ikke gør det, kan måske findes i et citat fra af de to interviews:

”Jeg ved ikke, om det gjorde, det hang bedre fast, for jeg synes selve vendespillet var lidt forvirrende, fordi så meget... Jeg var ikke så... Mange modellerne ligner lidt hinanden. Man skal sidde... man skal stå og studere dem lidt for faktisk at finde ud af, hvad de betyder.” Citat LK-elev 2.

”Jeg tror også, det var godt, at vi ikke havde fået noget at vide, sådan fået det forklaret først, fordi så var der nogen, der kunne huske, hvordan man gjorde, så ville man ikke snakke lige så meget sammen.” Citat HK-elev 3.

Måske havde LK-gruppen svært ved at adskille tegningerne, og der kom større fokus på at huske de korrekte tegninger, i stedet for at tegninger blev en anden måde at udtrykke sine tanker og forståelse. HK-gruppen havde nogenlunde samme antal tegninger og elever, der tegnede, hvilket kunne understøtte ideen om, at tegninger forblev et yderligere redskab til at udtrykke tanker hos HK-gruppen, da deres primære repræsentationsformer i undervisningen havde været ord og kroppen.

5.2 Elevoplevelser (Forskningsspørgsmål 2)

I dette afsnit af diskussionen vil elevernes oplevelser med undervisning blive behandlet ved først at opsummere de resultaterne fra spørgeskema-besvarelserne og den tematiske analyse af de to fokusgruppeinterviews. Herefter diskuteres resultaterne med inddragelse af relevant litteratur. Alt dette knytter sig til besvarelsen af forskningsspørgsmål 2:

- Hvordan oplever STX-elever med fysik på C-niveau fysikundervisning med fokus på læring gennem kropslige oplevelser med henholdsvis lav og høj kongruens i forhold til det teoretiske stof?

I denne undersøgelse har eleverne generelt positive oplevelser med undervisning med høj grad af embodiment ved både HK og LK. Begge grupper kunne generelt godt lide, at undervisningen var anderledes end deres "normale" undervisning i fysik og andre fag. Resultaterne stemmer fint overens med tidligere studier af elevers oplevelser med undervisning med høj grad af embodiment (Bruun, 2009; Johnson-Glenberg & Megowan-Romanowicz, 2017; Lindgren et al., 2016; Yıldırım & Baran, 2021).

Det er uklart om begge gruppers positive tilgang til undervisningen primært skyldes variationen fra "normal" undervisning eller noget særligt ved undervisning med høj grad af embodiment. Umiddelbart er der i litteraturen kun sammenlignet undervisning med høj grad af embodiment med undervisning med lav grad af embodiment i enkelte lektioner eller kortere forløb, ikke over lange undervisningsforløb. Derfor er undervisningen med høj grad af embodiment som udgangspunkt variation. I dette studie ser vi en lidt mere positiv beskrivelse af undervisningen hos HK-gruppen sammenlignet med LK-gruppen, samtidig med at de forskellige former for embodiment beskrives mere nuanceret hos HK-gruppen. Det kunne tyde på, at graden af kongruens, i sammenhæng med høj grad af embodiment, har en positiv betydning for elevernes oplevelse af undervisningen udover bare variation.

Forskellen i oplevelser i de to interviews lå primært indenfor temaet embodiment, hvor HK-gruppen bl.a. så en større sammenhæng mellem forståelse og aktiviteterne med høj grad af embodiment. Koblet med de resultaterne fra de faglige tests, kunne det tyde på, at forskellene kan skyldes en forskel i oplevet kompetence. Når HK-gruppen oplever at få en større øgning af kompetencer gennem undervisningens aktiviteter, vil de sandsynligvis vurdere aktiviteterne mere positivt sammenlignet med LK-gruppen. Samtidig kan LK-gruppens mindre nuancerede beskrivelse af både den fysiske og interaktionistiske form for embodiment samt lavere sammenhæng mellem forståelse og aktiviteterne med høj grad af embodiment betyde, at de har oplevet en lavere *opgaveværdi* (Krogh & Andersen, 2020).

Et element, der gik igen hos begge grupper, er ønsket om en fælles opsamling/gennemgang til sidst. Det passer godt med *forklarfasen* i 6F-modellen, hvor læreren hjælper eleverne med at knytte deres viden fra *forskfasen* til den eksisterende teori og adressere evt. misforståelser (Madsen et al., 2020). I studiet undervisning er fælles opsamling (forklarfasen) udeladt af tidsmæssige årsager, for at give mere tid til undervisningsaktiviteterne med elevernes egen undersøgelser (forskfasen). Ved evt.

brug af undervisningsaktiviteterne fra studiet i en daglig undervisning, anbefales det, at aktiviteterne efterfølges af fælles opsamling.

Begge grupper kom ind på, at den fysiske aktivitet i undervisningen havde været et motiverende element, der havde gjort det nemme at fastholde fokus. Det stemmer godt overens med litteraturen, som beskriver, at fysisk aktivitet kan være med til at øge elevers motivation og koncentration (Dansk Skoleidræt, 2022b; Pedersen et al., 2016). Der er mange overlap mellem undervisning med fokus på embodiment og undervisning med fokus på fysisk aktivitet. Sidst nævnte har dog mindre entydige positive effekter på elevers (børn og unge) faglige forståelse (Dansk Skoleidræt, 2023). Ud fra nærværende studies resultater kunne en forklaring på dette være, at der ikke har været høj kongruens mellem bevægelser og det teoretiske stof i undersøgelserne med fokus på fysisk aktivitet. I fremtiden kunne det være interessant at lave undersøgelser med en højere grad af kobling mellem de to forskningsområder, især ved længere undervisningsforløb.

5.3 Begrænsninger

Resultaterne i undersøgelsen har en række begrænsninger. Først og fremmest er undersøgelsen kun lavet på 23 elever fra én klasse. Samtidig har klassen en studieretning med Idræt på A-niveau, hvilket kunne indikere, at klassen på forhånd er (særligt) glade for undervisning med høj grad af embodiment. En undersøgelse med flere elever fra forskellige klasser, andre studieretninger og gymnasier kunne være med til at styrke datagrundlaget og konklusionerne.

En anden begrænsning er gennemførelsen af undervisningen i et dobbeltmodul, hvor HK-gruppen havde studiets undervisning som det første modul efterfulgt af deres normal fysikundervisning i andet modul, mens LK-gruppen først havde deres normale fysikundervisningen i første modul, inden de havde studiets undervisning i andet modul. Her er det muligt, at HK-gruppen har haft en lavere grad af *ego depletion* (Münster, 2017) end LK-gruppen, hvilket kan have påvirket resultaterne. Ego depletion er et begreb for kognitiv udmattelse og opstår, når vi skal udføre kognitivt krævende opgaver over længere tid (ibid). For at begrænse denne faktor, kunne undersøgelsen have været foretaget over to dage samme tidspunkt på dagen. Det var dog ikke praktisk muligt. Samtidig ville forskellige dage også kunne have betydet andre forskelle i elevernes ego depletion, fx forskel i lektiemængde og afleveringer.

En tredje begrænsning er manglen på en kontrolgruppe, som fik ”klassisk” undervisning i emnet. Litteraturen tegner dog i forvejen et billede af, at undervisning med fokus på embodiment giver et højere fagligt udbytte end klassisk undervisning, jf. introduktionen. Derfor er kontrolgruppen fravalgt

til fordel for flere elever i HK- og LK-gruppen. Den klassiske undervisning er dog ofte i form af tavleundervisning. Her kunne det have været interessant at tilføje en gruppe til dette studie med lav grad af embodiment og lav kongruens samt en tilsvarende opbygning af undervisningen med undersøgelsesbaseret tilgang og fokus på elevdialog. Det vil i højere grad gøre det muligt at undersøge betydningen af graden af embodiment og kongruens ift. andre anbefalinger til god undervisning.

6. Konklusion

Undervisning med fokus på embodiment virker lovende, både når det kommer til elevernes forståelse af fagligt stof og deres oplevelser med undervisningen. I litteraturen er det dog uklart, hvilke elementer af embodiment, der primært er ansvarlige for de positive resultater. I dette studie er der blevet foreslået en revideret taksonomi for embodiment i undervisning, der er blevet brugt til at identificere et hul i forskningen, når det kommer til betydningen af kongruens mellem bevægelser og teoretisk stof i fysikundervisning. Det førte til to forskningsspørgsmål om hhv. elevernes forståelse og oplevelser med undervisningen.

Forskningsspørgsmålene er blevet undersøgt gennem undervisning om emnet ”Jorden som planet i Solsystemet som forklaring på umiddelbart observerbare fænomener” med høj grad af embodiment i to grupper med hhv. høj og lav kongruens. Til dataindsamling og analyse er der blevet anvendt en mixed-methods-tilgang med faglige pre- og posttests, spørgeskema og fokusgruppeinterviews. I analysen af de to interviews har især teorien *fire former for embodiment* samt teori om variation og kompetence dannet grundlag.

Resultaterne knyttet til forskningsspørgsmål 1 peger på, at både undervisning med HK og LK øger elevernes faglige forståelse indenfor emnet, men at undervisning HK øger forståelsen mest. En forklaring kan være HK-gruppens mere mangfoldige oplevelser af den fysiske og den interaktionistiske form for embodiment samt brugen af flere repræsentationsformer.

Resultaterne knyttet til forskningsspørgsmål 2 peger på, at eleverne har positive oplevelser med både undervisning med HK og LK, men at HK-gruppen er mest positive overfor undervisningen. En forklaring kan være, at HK-gruppen har oplevet højere kompetence og opgaveværdi sammenlignet med LK-gruppen. Det kan understøttes af HK-gruppens oplevelse af større sammenhæng mellem deres faglige forståelse og undervisningsaktiviteterne med høj grad af embodiment samt den mere mangfoldige beskrivelse af den fysiske og den interaktionistiske form for embodiment.

Samlet tyder resultaterne på, at undervisning med høj grad af embodiment, både med HK og LK, har positiv indflydelse på elevernes faglige forståelse og oplevelser med undervisning. Undervisning med HK er dog at foretrække, hvis muligt.

Generelt er der behov for mere forskning i undervisning med fokus på kropslige oplevelser og embodiment indenfor fysik (og andre fag) på de gymnasiale uddannelser i Danmark. I fremtidige studier kunne det være interessant at gennemføre længere undervisningsforløb med fokus på kropslige oplevelser for at undersøge, om de positive elementer ved høj grad af embodiment og høj kongruens forbliver eller nærmere skyldes variation. Her kunne det være relevant med en kontrolgruppe, der følger de samme anbefalinger til ”god” undervisning, dog med lav grad af embodiment. Samtidig kunne det være interessant at undersøge graden af fysisk aktivitet, fx gennem pulsmålinger eller accelerometer, for også at undersøge graden af fysisk aktivitets betydning for elevernes faglige forståelse og oplevelser.

Litteratur

1. Barbosa, A., Whiting, S., Simmonds, P., Scotini Moreno, R., Mendes, R., & Breda, J. (2020). Physical Activity and Academic Achievement: An Umbrella Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5972. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165972>
2. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
3. Bruun, J. (2009). Kropslige øvelser i fysikundervisningen. *MONA*.
4. Bruun, J., & Christiansen, F. V. (2016). Kinaesthetic activities in physics instruction: Image schematic justification and design based on didactical situations. *Nordic Studies in Science Education*, 12(1), 56–72.
5. Dansk Skoleidræt. (2022a). *Fysisk aktivitet og fysisk sundhed—Faktaark*. Dansk Skoleidræt.
6. Dansk Skoleidræt. (2022b). *Fysisk aktivitet og trivsel—Faktaark*. Dansk Skoleidræt.
7. Dansk Skoleidræt. (2023). *Fysisk aktivitet og faglig præstation- Faktaark*. Dansk Skoleidræt.
8. Dolin, J. (2002). *Fysikfaget i forandring—Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autencitet og kompetenceudvikling*. IMFUFA/RUC.
9. Euler, E., Rådahl, E., & Gregorcic, B. (2019). Embodiment in physics learning: A social-semiotic look. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010134. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010134>
10. EVA. (2021). *Variert undervisning i udskolingen—Vidensgrundlag*. Danmarks Evalueringsinstitut.
11. EVA. (2023). *Analyse—De unges blik på STX*. Danmarks Evalueringsinstitut.
12. Fugate, J. M. B., Macrine, S. L., & Cipriano, C. (2019). The role of embodied cognition for transforming learning. *International Journal of School & Educational Psychology*, 7(4), 274–288. <https://doi.org/10.1080/21683603.2018.1443856>
13. Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 558–565.
14. Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D. A., Tolentino, L., & Koziupa, T. (2014). Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: Two science studies. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 86–104. <https://doi.org/10.1037/a0034008>
15. Johnson-Glenberg, M. C., & Megowan-Romanowicz, C. (2017). Embodied science and mixed reality: How gesture and motion capture affect physics education. *Cognitive Research*:

- Principles and Implications*, 2(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s41235-017-0060-9>
16. Kavanagh, C., Agan, L., & Sneider, C. (2005). Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *Astronomy Education Review*, 4(1), 19–52. <https://doi.org/10.3847/AER2005002>
 17. Kersting, M., Haglund, J., & Steier, R. (2021). A Growing Body of Knowledge: On Four Different Senses of Embodiment in Science Education. *Science & Education*, 30(5), 1183–1210. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00232-z>
 18. Koch, S. C., Glawe, S., & Holt, D. V. (2011). Up and Down, Front and Back: Movement and Meaning in the Vertical and Sagittal Axes. *Social Psychology*, 42(3), 214–224. <https://doi.org/10.1027/1864-9335/a000065>
 19. Kolovou, M. (2022). In Search of Assessment Shifts in Embodied Learning Science Research: A Review. *Journal of Science Education and Technology*, 31(2), 246–257. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09952-x>
 20. Krogh, L. B., & Andersen, H. M. (2016). *Fagdidaktik i naturfag* (1. udg.). Frydenlund.
 21. Krogh, L. B., & Andersen, H. M. (2020). Motivation. I *Gymnasiepædagogik—En grundbog* (4. udgave, s. 250–267). Hans Reitzels Forlag.
 22. Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*, 95, 174–187. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.001>
 23. Madsen, L. M., Evans, R., & Bruun, J. (2020). Undersøgelsesbaseret undervisning: 6F-modellen – dens tilblivelse og udvikling i Danmark. *Matematik- og naturfagsdidaktik*.
 24. Münster, M. (2017). *Jytte fra Marketing er desværre gået for i dag—Sådan bruger du adfærdsdesign til at skabe forandringer i den virkelige verden* (1. udg.). Gyldenda Business.
 25. Nielsen, P., & Rasmussen, P. (2011). Spørgeskemaer som redskab til undervisningsevaluering. *CEPRA-Striben*, 2011(10), 28–35. <https://doi.org/10.17896/UCN.cepra.n10.71>
 26. Pedersen, B. K., Andersen, L. B., Bugge, A., Nielsen, G., Overgaard, K., Roos, E., & von Seelen, J. (2016). *Fysisk Aktivitet—Læring, Trivsel og Sundhed i Folkeskolen* (s. 125).
 27. Rollinde, E., Decamp, N., & Derniaux, C. (2021). Should frames of reference be enacted in astronomy instruction? *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 013105. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.013105>
 28. Scherr, R. E., Close, H. G., McKagan, S. B., Close, E. W., Singh, C., Sabella, M., & Rebello, S. (2010). “Energy Theater”: Using The Body Symbolically To Understand Energy. 293–296.

<https://doi.org/10.1063/1.3515226>

29. Segal, A. (2011). *Do Gestural Interfaces Promote Thinking? Embodied Interaction: Congruent Gestures and Direct Touch Promote Performance in Math*. Columbia University.
30. Sneider, C., Bar, V., & Kavanagh, C. (2011). Learning about Seasons: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *Astronomy Education Review*, 10(1), 010103-010103–010122. <https://doi.org/10.3847/AER2010035>
31. Sundhedsstyrelsen. (2016). *Fysisk aktivitet—Håndbog om forebyggelse og behandling* (s. 494). Sundhedsstyrelsen.
32. Sundhedsstyrelsen. (2022). *Sygdomsbyrden i Danmark—Risikofaktorer* (s. 304). Sundhedsstyrelsen.
33. Yıldırım, Z., & Baran, M. (2021). A comparative analysis of the effect of physical activity games and digital games on 9th grade students' achievement in physics. *Education and Information Technologies*, 26(1), 543–563. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10280-7>
34. Zohar, A. R., & Levy, S. T. (2021). From feeling forces to understanding forces: The impact of bodily engagement on learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(8), 1203–1237. <https://doi.org/10.1002/tea.21698>

Bilag

Bilag 1. Information lærer

Kære lærer

Endnu engang mange tak for at jeg må gennemføre undervisning og dataindsamling til mit masterprojekt på dit fysikhold.

Formål

Formålet med projektet er at undersøge, hvordan brugen af kropslige oplevelser kan bruges til at øge elevernes forståelse af udvalgte faglige begreber fra kernestoffet i C-niveau fysik STX, og hvordan elever oplever denne type undervisning.

Emne

Eleverne kommer til at arbejde med emnet ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener” fra kernestoffet i fysik C STX. Nærmere bestemt kommer vi til at gennemgå forklaring af:

- Dag og nat
- Årstider
- Månens faser
- Sol- og måneformørkelser

Plan

Undersøgelsen kommer til at foregå over to besøg med 1-2 måneders mellemrum. Planen for besøgene er:

- Besøg 1 tirsdag d. 28. november kl. 8.15-11.00. 2 moduler.
 - Klassen opdeles i to tilfældige dele. Mere information følger.
 - Jeg underviser Gruppe 1 i det ene modul, mens du laver noget med Gruppe 2 imens. I andet modul bytter vi rundt.
 - Samlet kommer eleverne til at gennemføre undervisning, en faglig test før og efter samt et spørgeskema om oplevelse efter.
- Besøg 2 engang i starten af januar. 1 modul.
 - Her gennemfører alle elever den faglige test igen.
 - To elevinterviews med et antal elever fra hhv. Gruppe 1 og 2. Du kan gennemføre anden undervisning imens.

Indtil efter besøg 2 vil jeg bede dig om, ikke at undervise i de emner, eleverne gennemgår som en del af projektet.

Forberedelse

Inden besøget vil jeg bede dig tildele hver elev et personligt ID-nummer (fx 1, 2, 3 osv.), så elevs svar fra tests og spørgeskema kan kobles. ID-numrene vil jeg gerne have på forhånd, så jeg kan lave en tilfældig inddeling af grupper herudfra. Jeg skal ikke have navne koblet til ID-nummeret, da svarerne i faglige tests og spørgeskema er anonyme.

Når du giver eleverne information om besøget kan du gøre det ud fra den samtykkeerklæring, som jeg sender til dig.

Med venlig hilsen

Pelle Bøgild

Bilag 2. Samtykkeerklæring

Dato: 28.11.2023

Side 1/2

Samtykke til behandling af personoplysninger

Dataansvarlig studerende: Pelle Bøgild

Titel på opgave/projekt/speciale: Med kroppen ind i fysikken

Vejleder på opgave/projekt/speciale: Magdalena Kersting

Beskrivelse af projektet, herunder formålet med databehandlingen og hvilke personoplysninger der behandles:

Formålet med projektet er at undersøge, hvordan brugen af kropslige oplevelser kan bruges til at øge eleveres forståelse af udvalgte faglige begreber fra kernestoffet i C-niveau fysik STX, og hvordan elever oplever denne type undervisning.

For at undersøge det skal du gennemføre en undervisningslektion i udvalgte faglige begreber fra kernestoffet i fysik C, hvor kropslige oplevelser indgår.

I starten af lektionen skal du gennemføre en anonym faglig test, som gentages igen i slutningen af lektionen samt ca. en måned efter lektionen. Samtidig skal du gennemføre et anonymt spørgeskema omkring din oplevelse med undervisningen i slutningen af lektionen. I spørgeskemaet vil du udover oplevelser blive bedt om at oplyse køn og alder.

Til tests og spørgeskema vil du få et ID-nummer af din lærer, så svar fra tests og spørgeskema kan kobles. Din lærer får ikke adgang til tests eller spørgeskema, og den dataansvarlige studerende (Pelle Bøgild) får ikke navne koblet til ID-nummer.

Ca. en måned efter lektionen vil der være mulighed for at deltage i et opfølgende interview om dine oplevelser med undervisningen. Svar i interviewet anonymiseres og kan ikke kobles til ID-nummer.

Jeg giver hermed samtykke til at ovennævnte studerende må behandle oplysninger om mig i forbindelse med sin uddannelse på Aarhus Universitet. Mine personoplysninger vil indgå i ovennævnte opgave/projekt/speciale. Jeg giver samtykke til, at:

- mine oplysninger må behandles i opgaven/projektet/specialet
- mine oplysninger må videregives til en eller flere studerende, som skriver opgaven /projektet eller specialet i fællesskab. De studerende har fælles dataansvar
- mine oplysninger må videregives til Aarhus Universitet og til en eventuel ekstern censor i forbindelse med vejledning og bedømmelse
- mine oplysninger må offentliggøres i anonymiseret form i forbindelse med offentliggørelse af projektet eller specialet.

Dato:

Navn:

Underskrift:

Samtykket kan til enhver tid trækkes tilbage med virkning for fremtiden. Dette sker via henvendelse til denne mail: pelle23_8@hotmail.com

Information til den registrerede

Efter reglerne i persondataforordningen skal den studerende som dataansvarlig informere de registrerede personer om deres rettigheder i forbindelse med behandlingen af oplysningerne. Den studerende registrerer og behandler personoplysninger med hjemmel persondataforordningens artikel 6, stk. 1, litra a). Følsomme data, dvs. helbredsdata eller data om race eller etnisk oprindelse, politisk, religiøs eller filosofisk overbevisning eller fagforeningsmæssigt tilhørsforhold registreres og behandles med hjemmel i persondataforordningens artikel 9, stk. 2, litra a). Begge regler giver adgang til at behandle oplysninger, når den registrerede har givet udtrykkeligt samtykke.

Behandling og opbevaring

Den studerende behandler personoplysningerne fortroligt. Oplysningerne vil blive opbevaret indtil opgaven/projektet/specialet er bedømt og klagefristen i forbindelse med bedømmelsen er udløbet.

Videregivelse af oplysninger

Oplysningerne vil ikke blive videregivet til andre medmindre der er givet samtykke hertil.

Dataindsigt

Registrerede personer kan når som helst rette henvendelse til den studerende med henblik på at få kopi af oplysningerne.

Berigtigelse af oplysninger

Hvis den registrerede person mener, at der er registreret forkerte oplysninger, kan man bede den studerende om at berigtige oplysningerne. Det vil sige, at den studerende retter oplysningerne eller noterer, at oplysningerne er forkerte og registrerer de rigtige oplysninger. Den registrerede person har krav på, at den studerende ser bort fra oplysningerne indtil det er afgjort, hvilke oplysninger, der er rigtige.

Tilbagekaldelse af samtykke og sletning af oplysninger

Hvis den studerende har indhentet et samtykke fra den registrerede person til at behandle oplysningerne, vil den registrerede til enhver tid kunne tilbagekalde samtykket. Den studerende kan derfor ikke fortsætte med at behandle oplysningerne efter samtykket er trukket tilbage.

Den registrerede har ret til at få slettet oplysninger, som den studerende har registreret om den pågældende, hvis oplysningerne ikke længere er nødvendige til det formål de blev indsamlet til. Oplysningerne skal også slettes, hvis den registrerede tilbagekalder samtykket til behandlingen eller hvis oplysningerne ved en fejl er blevet behandlet ulovligt. Den registrerede har ikke krav på sletning af oplysninger, som er arkiverede efter arkivlovens regler i universitetets arkivsystem.

Klage til Datatilsynet

Registrerede personer kan klage over behandlingen af oplysningerne til Datatilsynet dt@datatilsynet.dk.

Bilag 3. Undervisningsbeskrivelse høj kongruens

Beskrivelse

Eleverne får udleveret en lampe (gerne pærer i lampefatning uden skærm), en stor bold (fx basketball) og en mindre bold (fx tennisbold).

Eleverne skal nu ved hjælp af udstyret undersøge og forklare følgende fysiske fænomener:

- Dag og nat
- Årstider (sommer, efterår, vinter, forår)
- Månens faser (fuldmåne, halvmåne og nymåne)
- Sol- og måneformørkelse

Eleverne får fra start at vide:

- Jorden roterer om egen akse.
- Jorden bevæger sig rundt om Solen i en elipsebane.
- Jordens rotationsakse hælder ca. 23° i forhold til Jordens bane om Solen.
- Månen bevæger sig rundt om Jorden i en elipsebane.
- Månens bane om Jorden hælder ca. 5° i forhold til Jordens bane om Solen.

Program

Tid (min)	Indhold	Formål	Materialer
00	<p>Introduktion til dagen.</p> <p>Udlevere og indhente underskrevet samtykkeerklæringer.</p> <p>Gennemføre faglig pretest (10 min)</p>	<p>Introducere eleverne til dagens program.</p> <p>Indhente samtykke til brug af data.</p> <p>Undersøge elevernes faglige viden om emnet inden undervisningen.</p>	<p>15 samtykkeerklæringer</p> <p>15 pretests</p> <p>15 blyanter/kuglepenn</p>
18	<p>Undervisning</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduktion, opdeling i grupper af 2-3 personer og udlevering af materialer. 	<p>Eleverne opnår faglig viden om emnet "Den nære astronomi", så de kan forklare de fysiske fænomener bag:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dag og nat 	<p>5 pakker af:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 vejledning - 1 basketball - 1 tennisbold - 1 lampe

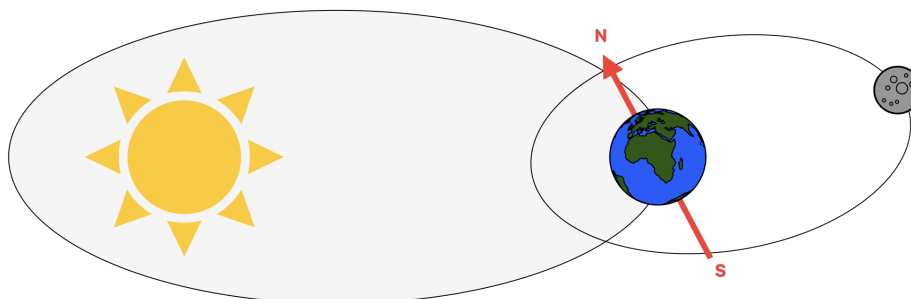
	- Eleverne arbejder med udleveret materiale først i en gruppe, herefter i ny gruppe.	- Årstider - Månens faser - Sol- og måneformørkelse	
53	Faglig posttest (10 min) + spørgeskema (5 min)	Undersøge elevernes faglige viden om emnet efter undervisningen. Undersøge elevernes oplevelser med undervisningen.	15 Posttests 15 blyanter/kuglepenne
70	Slut		

Materiale til elever

Introduktion

Jorden roterer om egen akse og bevæger sig i en elipsebane (udstrakt cirkel) omkring Solen. Jordens rotationsakse hælder ca. 23° ift. Jordens bane om Solen.

Månen bevæger sig rundt om Jorden i en elipsebane, som hælder ca. 5° i forhold til Jordens bane om Solen



Figur 18: Illustration af Jordens bane om solen og Månens bane om Jorden.

I har fået udleveret en lampe, en stor bold og en lille bold. Lampen er Solen, den store bold er Jorden, og den lille bold er månen.

Opgave 1

I skal nu forklare spørgsmålene (inkl. underspørgsmål) nedenfor ved hjælp af det udleverede udstyr:

- Hvorfor er der dag og nat på Jorden?
 - Hvorfor er der ikke dag og nat samtidig i fx Danmark og i USA?

- Hvorfor er der årstider på Jorden?
 - Hvilken årstid har de i Australien, når vi har sommer i Danmark?
- Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?
 - Hvor kommer Månens lys fra?
 - Hvor er Månen placeret i forhold til Jorden og Solen, når der er hhv. fuldmåne og nymåne?
- Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?
 - Hvor er Månen placeret i forhold til Jorden og Solen, når der er hhv. solformørkelse og måneformørkelse?
 - Hvorfor er totale solformørkelser mere sjældne end totale måneformørkelser?

Opgave 2

Giv nu hver person i gruppen et forskelligt bogstav: "A", "B" eller "C".

Gå herefter sammen med personer fra andre gruppe med samme bogstav.

I de nye grupper skal I præsentere jeres forklaringer for hinanden. En person forklarer dag og nat samt årstider, en anden person forklarer Månens forskellige faser, og en tredje person forklarer solformørkelser og måneformørkelser.

Bilag 4. Undervisningsbeskrivelse lav kongruens

Beskrivelse

Eleverne får udleveret en række sedler med hhv. tegninger og beskrivelser af fysiske fænomener, som de skal koble med hinanden. Beskrivelserne og tegningerne vil være enten korrekte og forkerte forklaringer af de fysiske fænomener. Dertil er der en række sedler, hvor der står "Misforståelse".

Eleverne skal først i små grupper koble de beskrivelser og tegninger, samt finde misforståelserne.

Herefter skal eleverne gå sammen med en anden gruppe og sammenligne kobling af sedler. Læreren kan spørges om hjælp, hvis der er uenighed og/eller tvivl blandt grupperne.

Når de to grupper er enige om koblingen af sedlerne, skal de lægge den ene gruppes sedler spredt på gulvet med bagsiden opad. Herefter placeres en markering 5-10 meter fra sedlerne. De to grupper skal nu lave vendespil som stafet mod hinanden.

Program

Tid (min)	Indhold	Formål	Materialer
00	<p>Introduktion til dagen.</p> <p>Udlevere og indhente underskrevet samtykkeerklæringer.</p> <p>Faglig pretest (10 min)</p>	<p>Introducere eleverne til dagens program.</p> <p>Indhente samtykke til brug af data.</p> <p>Undersøge elevernes faglige viden om emnet inden undervisningen.</p>	<p>15 samtykkeerklæringer</p> <p>15 pretests</p> <p>15 blyanter/kuglepenn</p>
18	<p>Undervisning</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduktion, opdeling i 6 grupper (lige antal) af 2-3 personer og udlevering af materialer. - Parring af kort i grupper af 2-3 personer. - Sammenligning af resultater med anden gruppe. 	<p>Eleverne opnår faglig viden om emnet "Den nære astronomi", så de kan forklare de fysiske fænomener bag:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dag og nat - Årstider - Månens faser - Sol- og måneformørkelse 	<p>6 pakker med kort til undervisning</p>

	- Stafet-vendespil med en gruppes kort.		
53	Faglig posttest (10 min) + spørgeskema (5 min)	Undersøge elevernes faglige viden om emnet efter undervisningen. Undersøge elevernes oplevelser med undervisningen.	15 Posttests 15 blyanter/kuglepenne
70	Slut		

Materiale til elever

Opgave 1

I har fået udleveret en række sedler med enten figurer, beskrivelser eller "Misforståelse". I skal nu forsøge at pare de sedler med en korrekt beskrivelse af fysisk fænomen med en figur, der passer til. De sedler med en forkert beskrivelse eller figur skal pares med en seddel, hvor der står "Misforståelse".

Opgave 2

Når I har koblet sedlerne, skal I bruge dem til at forklare spørgsmålene (inkl. underspørgsmål) nedenfor:

- Hvorfor er der dag og nat på Jorden?
 - Hvorfor er der ikke dag og nat samtidig i fx Danmark og i USA?
- Hvorfor er der årstider på Jorden?
 - Hvilken årstid har de i Australien, når vi har sommer i Danmark?
- Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?
 - Hvor kommer Månens lys fra?
 - Hvor er Månen placeret i forhold til Jorden og Solen, når der er hhv. fuldmåne og nymåne?
- Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?
 - Hvor er Månen placeret i forhold til Jorden og Solen, når der er hhv. solformørkelse og måneformørkelse?
 - Hvorfor er totale solformørkelser mere sjældne end totale måneformørkelser?

Opgave 3

Efter forklaring af spørgsmål bliver jeres gruppe koblet med en anden gruppe. Her skal I først sammenligne jeres parring af sedler. Hvis der er uoverensstemmelser, skal I forklare jeres parring og blive enige om den korrekte parring i fællesskab.

Opgave 4

Når I er enige om parring af sedler, skal I tage den ene bunke sedler og fordele på gulvet med tekst/figur ned mod gulvet. Herefter placerer I jer 5-10 meter fra sedlerne.

I skal nu lave vendespil som stafet, hvor en person fra hver gruppe løber samtidig hen og hver vender to sedler. Passer en persons sedler sammen, må personen beholde sedlerne. Hvis ikke, vendes sedlerne igen. Efterfølgende løber personerne tilbage til hvert deres hold, inden næste person på holdene må løbe.

Det gælder om at få flest stik som hold, og kun en person pr. hold må løbe ad gangen. Det er en god ide at tale sammen på holdet under aktiviteten.

1 af 24

Misforståelse

2 af 24

Årstider skyldes Jordens elliptiske bane omkring solen. Når Jorden er tættest på Solen, er der sommer, når Jorden er længst væk fra Solen, er der vinter.

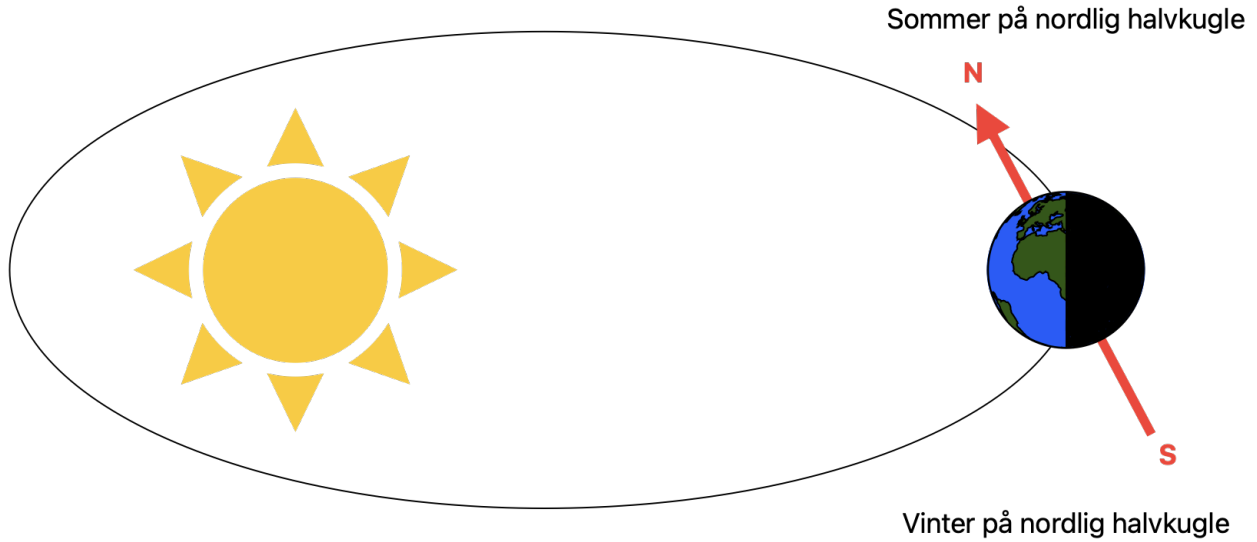
3 af 24

Årstider opstår, da Jordens rotationsakse hælder ca. 23° i forhold til Jordens bane omkring Solen. Når den nordlige halvkugle peger mod Solen, er der sommer på den nordlige halvkugle og vinter på den sydlige halvkugle.

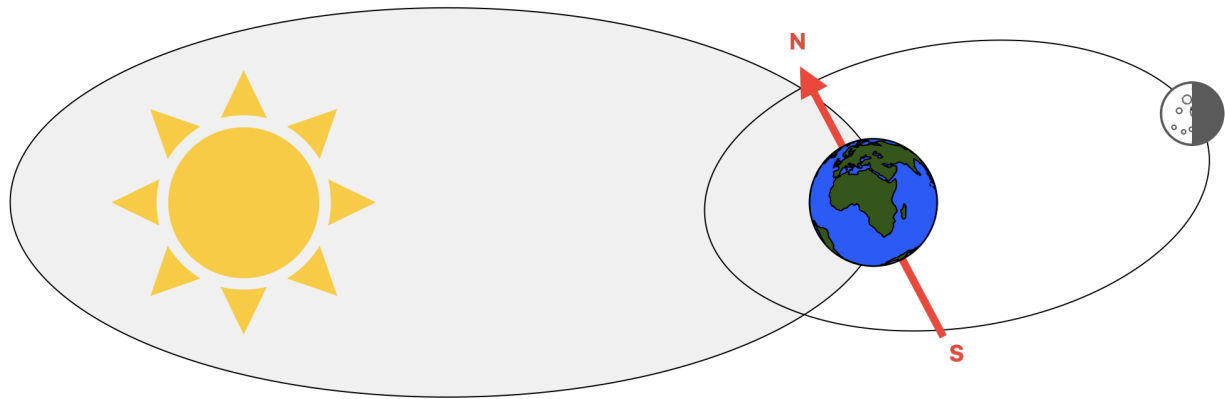
4 af 24

Misforståelse

5 af 24



6 af 24



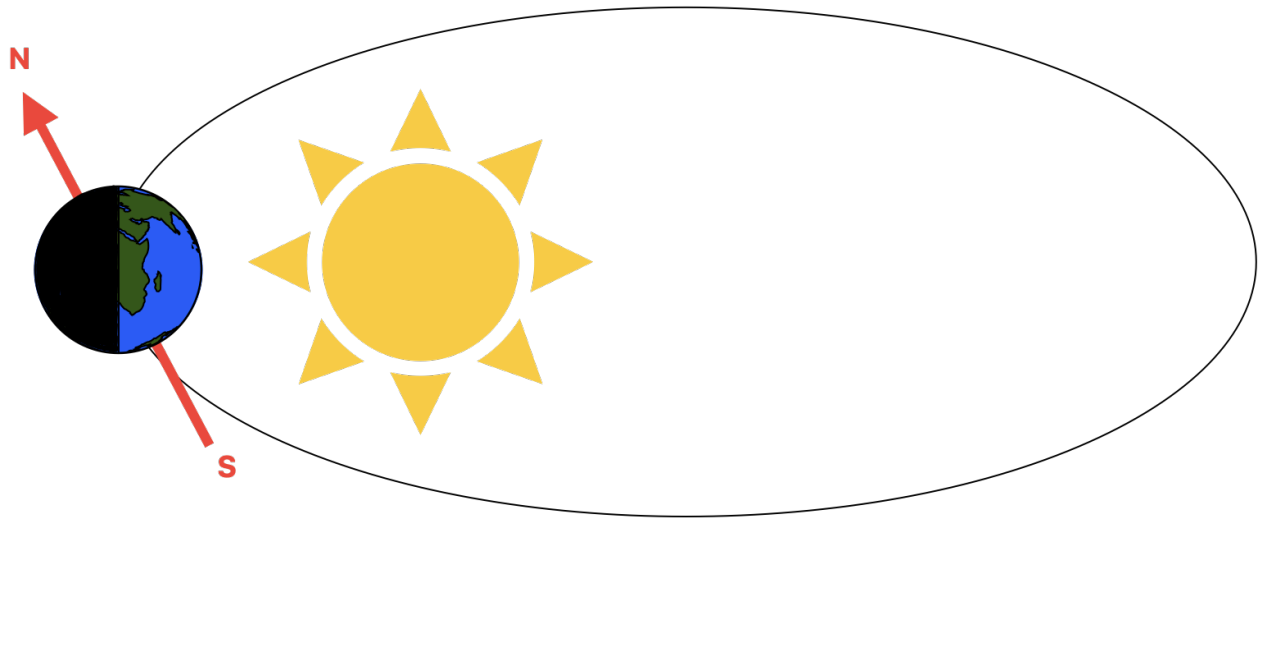
7 af 24

Der er dag og nat på Jorden, da Jorden roterer en omgang omkring egen akse i løbet af ca. 24 timer.

8 af 24

Der er dag og nat på Jorden, da Jorden roterer en omgang omkring Solen i løbet af ca. 24 timer.

9 af 24



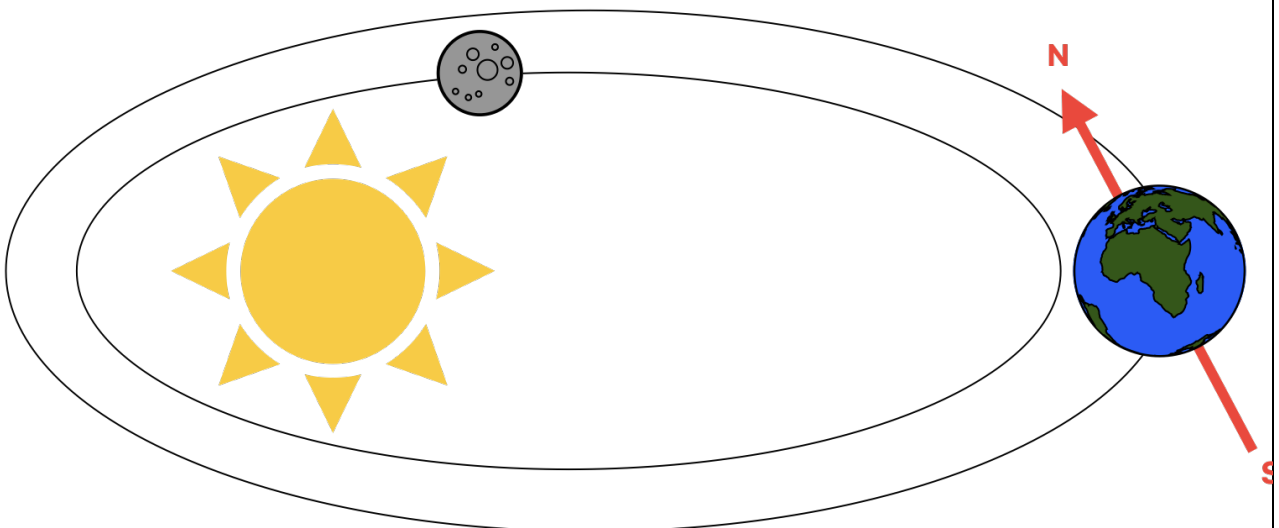
10 af 24

Fra Jorden kan man se en fuldmåne, når Solen er placeret mellem Jorden og Månen.

11 af 24

Fra Jordan kan man se en fuldmåne, når alt det reflekterede lys fra Solen på Månens overflade kan ses fra Jordan.

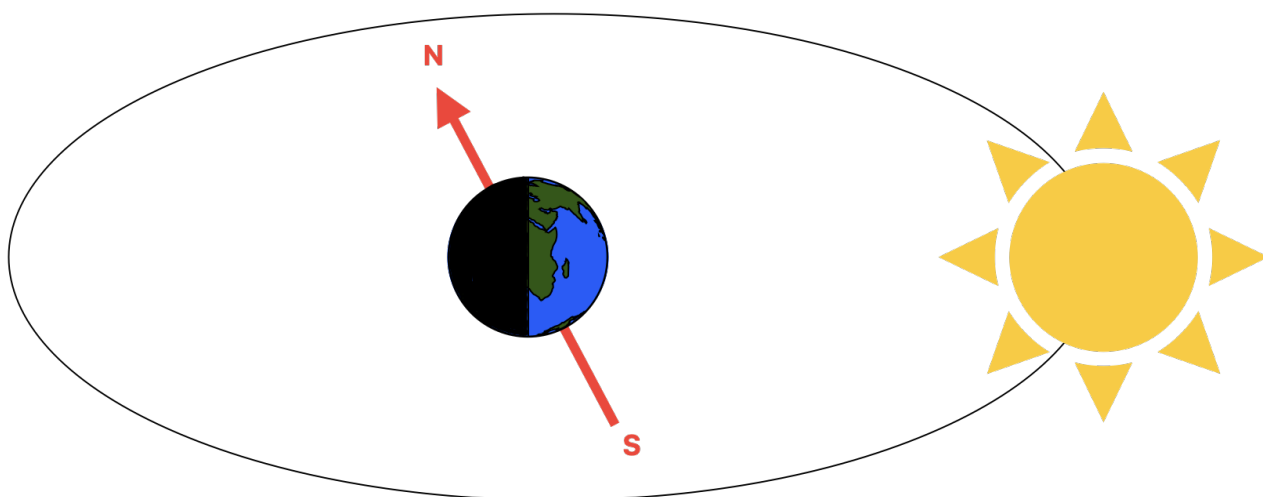
12 af 24



13 af 24

Nymåne opstår, da Månen har brug for at genstarte sit lys hver 28. dag.

14 af 24



15 af 24

Misforståelse

16 af 24

Misforståelse

17 af 24

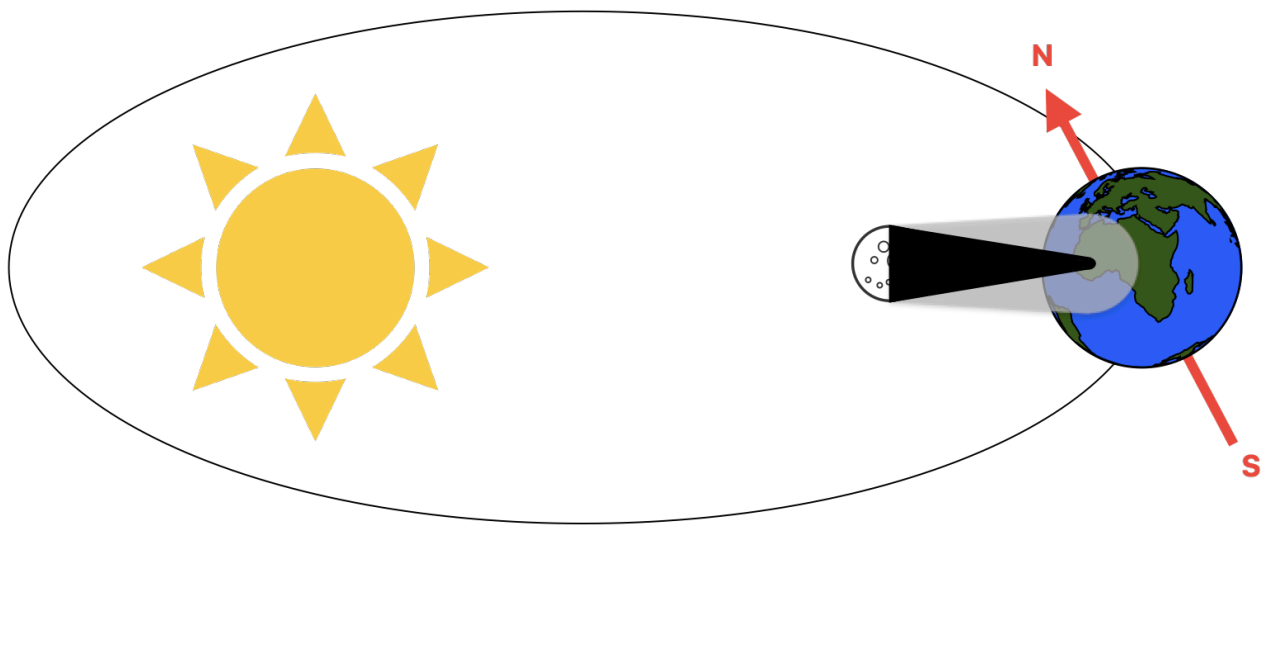
Solformørkelser opstår, når Månen skygger
for Solen på Jorden.

Månen er meget mindre end Solen. Derfor
vil kun en mindre del af Jorden opleve total
solformørkelse.

18 af 24

Misforståelse

19 af 24



20 af 24

Misforståelse

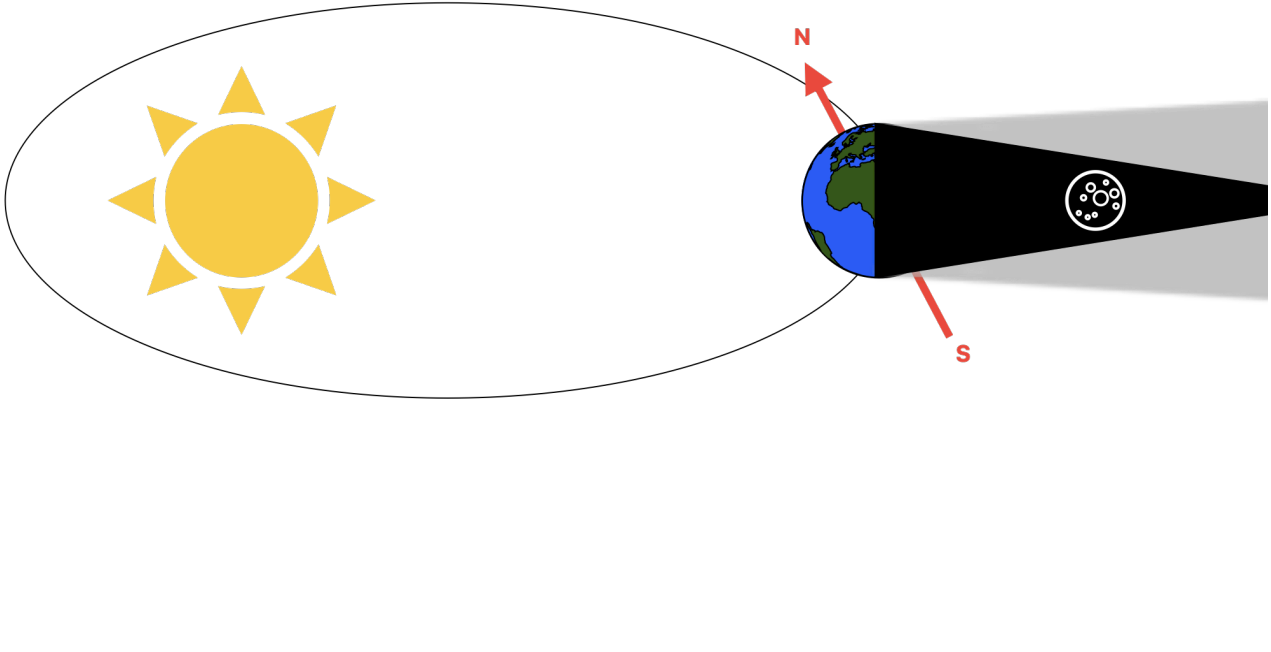
21 af 24

Månens bane om Jorden hælder ca. 5° i forhold til Jordens bane om Solen. Derfor opstår der kun total måneformørkelse, når Jorden ligger på linje mellem Månen og Solen.

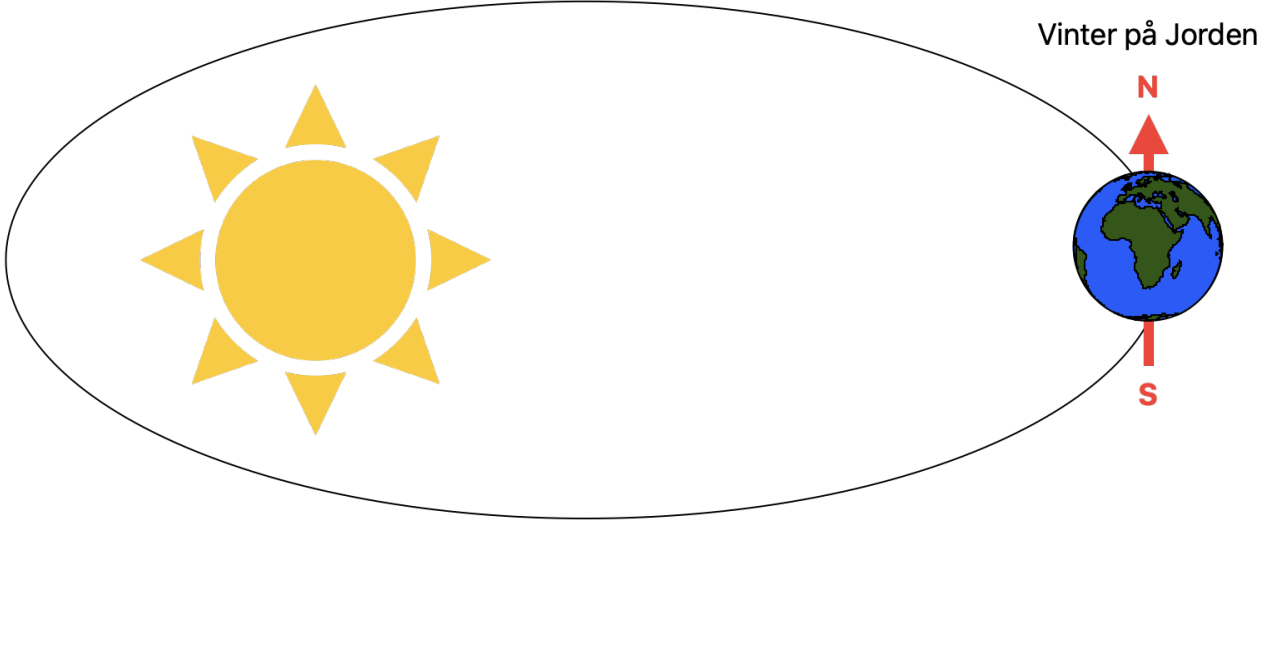
22 af 24

Misforståelse

23 af 24



24 af 24



Bilag 5. Eksempel på faglig test

Fagligtest 2

ID-nummer: _____

Spørgeskema
kortlink.dk/2nq9s

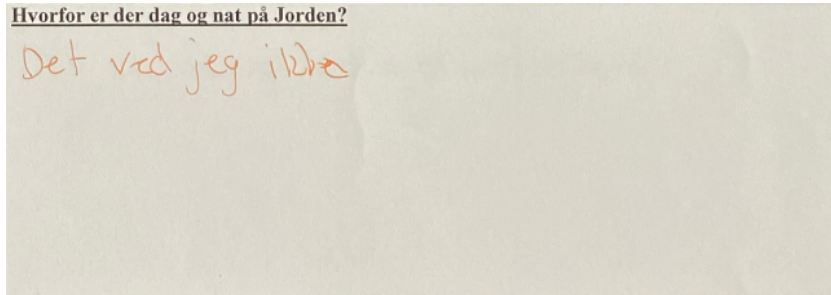
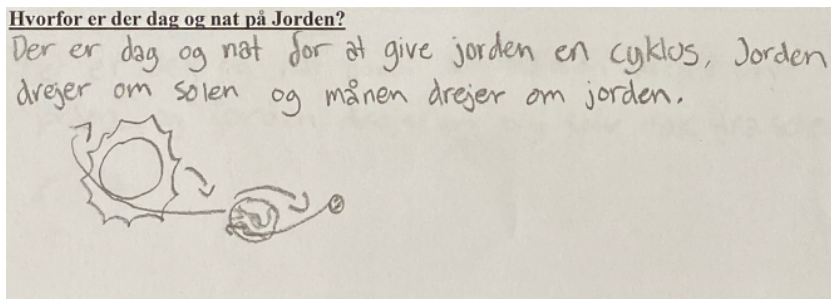
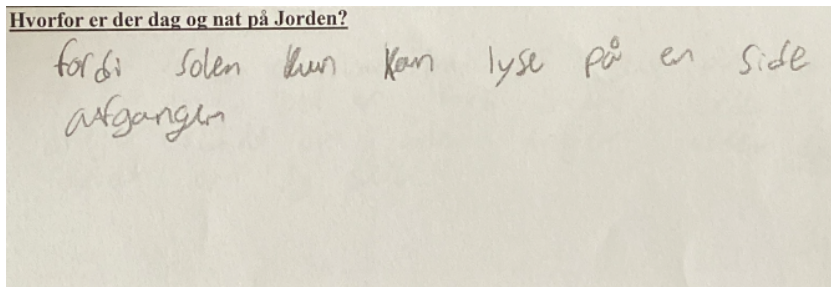
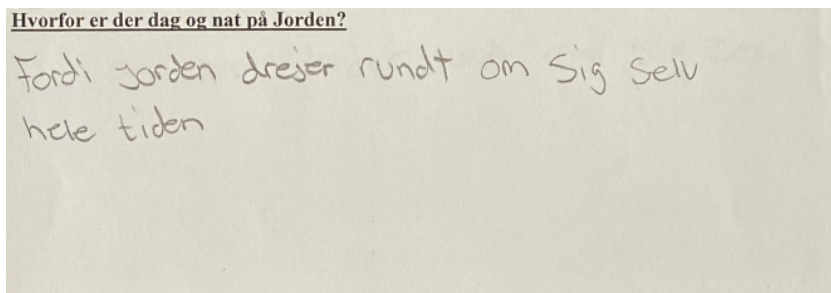
Besvar nedenstående spørgsmål. Du er velkommen til at bruge både ord og tegninger.

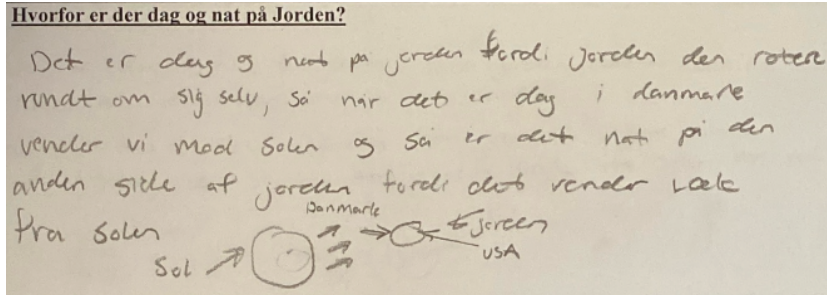
<u>Hvorfor er der dag og nat på Jorden?</u>
<u>Hvorfor er der årstider på Jorden?</u>
<u>Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?</u>
<u>Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?</u>

Når, du har besvaret spørgsmålene, bedes du besvare spørgeskemaet (link i toppen til højre).

Bilag 6. Eksempler scoring faglige tests

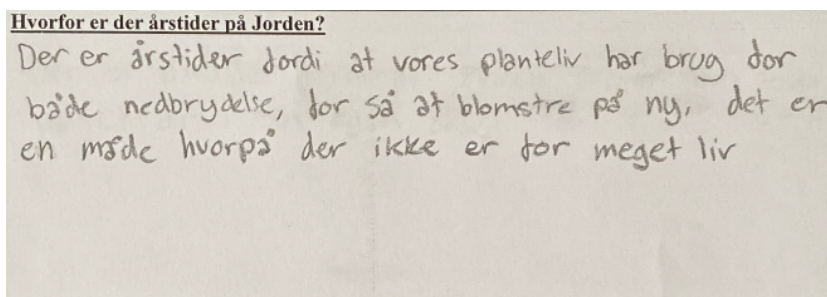
Bilag 6.1 Opgave 1

0 point**1 point****2 point****3 point****4 point**

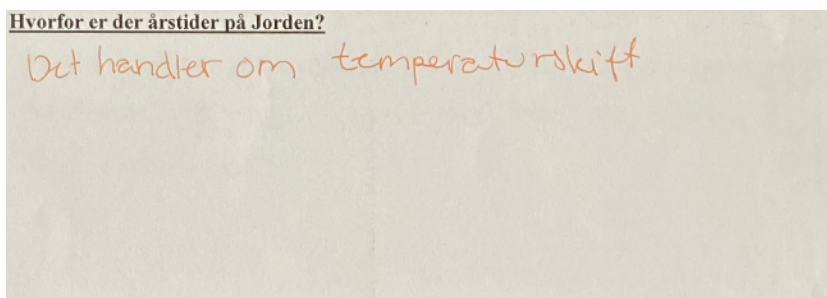


Bilag 6.2 Opgave 2

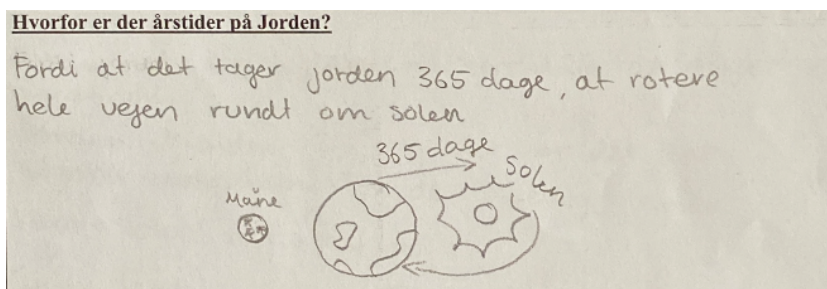
0 point



1 point



2 point



3 point

Hvorfor er der årstider på Jorden?

fordi jorden har en hældning på 23° og drejer om sig selv samtidig med at den drejer om solen og derfor får vi i perioder mere lys (sommer) og mere mørke (vinter)

4 point

Hvorfor er der årstider på Jorden?

Det er fordi jorden også drejer rundt om solen, og derudover har jorden også en hældning på 23° , hvilket gør, at nogen steder oplever et halvt år kun med lys. Det er også derfor der ikke rigtigt er nogen albid ved ækvator.

Bilag 6.3 Opgave 3

0 point

Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?

Det er itt hvordan solen står itt jorden

1 point

Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?

skisser fra månen

2 point

Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?

Fordi jorden drejer rundt, så ser vi månen i forskellige vinkler

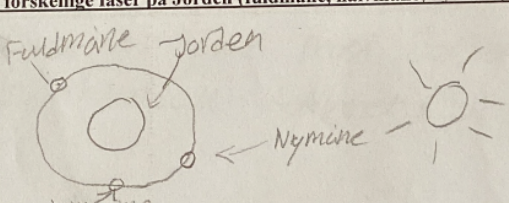
3 point

Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?

fordi månen reflekterer lys fra solen og det der for at hænges af hvor solen er i forhold til jorden og månen

4 point

Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?



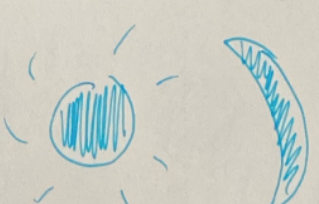
vi ser månen fra forskellige vinkler, fordi det er forskelligt hvor meget lys som reflekteres

Bilag 6.4 Opgave 4

0 point

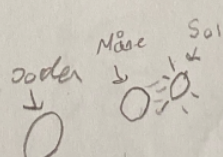
Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?

Det ved jeg ikke



1 point

Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?
 når solen og månen er på den samme plads
 forhold til Jorden



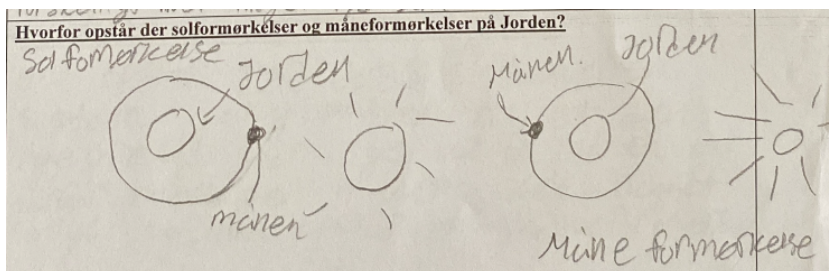
2 point

Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?
 fordi månen dækker for jorden kan
 få sol, så den står i vejen

3 point

Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?
 når månen er foran solen
 eller direkte bag ved jorden

4 point



Bilag 7. Spørgeskema

1. Angiv det ID-nummer, som du har fået af din lærer til dagens undervisningsaktiviteter.
2. Angiv det år, du er født.
3. Hvad er dit biologiske køn? (kvinde, mand, ønsker ikke at svare)

- 4.1 Hvor enig er du med følgende udsagn: Jeg er nu mere interesseret i emnet ” Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener” end før undervisningsaktiviteterne.
- 4.2 Her har du mulighed for at komme med uddybende kommentarer til din nuværende interesse i ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener” sammenlignet med før undervisningsaktiviteterne.
- 5.1 Hvor enig er du med følgende udsagn: Jeg fandt undervisningsaktiviteterne kedelige. (*omvendt kodet*)
- 5.2 Her har du mulighed for at komme med uddybende kommentarer til, hvordan du oplevede undervisningsaktiviteterne
- 6.1 Hvor enig er du med følgende udsagn: Jeg oplevede, at gruppen havde høj deltagelse i undervisningsaktiviteterne.
- 6.2 Her har du mulighed for at komme med uddybende kommentarer til, hvordan du oplevede graden af deltagelse i undervisningsaktiviteterne.
- 7.1 Hvor enig er du med følgende udsagn: Jeg havde lyst til at gennemføre undervisningsaktiviteterne
- 7.2 Her har du mulighed for at komme med uddybende kommentarer til din lyst til at deltage i undervisningsaktiviteterne.

- 8.1 På en skala fra 1 til 10, hvor meget oplever du at have lært om emnet "Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener" gennem undervisningsaktiviteterne sammenlignet med "normal" undervisning? (1 = Meget mindre, 5 = Det samme, 10 = Meget mere)
- 8.2 Her har du mulighed for at komme med uddybende kommentarer til din oplevelse af læring i undervisningsaktiviteterne.

9. Her har du mulighed for at komme med yderligere kommentarer til undervisningsaktiviteterne, som du ikke mener er dækket af dine tidligere svar.

Bilag 8. Interviewguide

Før optagelse

Præsentation af forsker og projektet (genopfriskning fra sidst) samt målet med fokusgruppeinterviewet.

Velkommen til denne samtale om den undervisning, som vi gennemførte sammen i slutningen af november. Jeg hedder Pelle, og er i gang med en masteruddannelse i scienceundervisning.

Vi vil nu have en samtale, hvor målet er at blive klogere på jeres oplevelser af brugen af kropslige oplevelser i undervisningen om ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener” (den nære astronomi). Samtalen vil tage omkring 30 min. Jeg vil gerne høre, hvad I oplevede som brugbart og mindre brugbart for jeres forståelse af emnet, samt hvordan I oplevede jeres motivation i de forskellige emner.

Deltagelse i samtalen er frivillig, og I har til hvert et tidspunkt mulighed for at trække jer uden yderligere forklaring.

Jeg vil gerne lave en video- og lydoptagelse af samtalen. Optagelserne er kun til min undersøgelse og vil ikke have påvirkning på jeres bedømmelse i fysikundervisningen. Optagelserne vil blive behandlet fortroligt, dvs. at I ikke bliver identificeret med navn eller på andre måder vil blive genkendt i min opgave. For at gøre det nemmere at bruge optagelserne, vil det være rart, hvis kun en af jer taler ad gangen, selvom jeg godt ved, det kan være svært.

Vil I alle stadig deltage? I så fald starter jeg optagelsen, og så kan samtalen starte. Jeg vil gerne have, at I debatterer med hinanden så meget som muligt på baggrund af de relativt åbne spørgsmål og emner, jeg kommer med.

Under optagelsen

1. Introduktion

- A. Hvordan var det at arbejde med emnet ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener”?
- B. Hvad husker I særligt fra undervisningen?

2. Undervisningens indhold

2.1 Opbygningen af undervisningen

- A. Undervisningen bestod først af en del i mindre grupper, som senere hen blev koblet i større grupper. Hvordan oplevede I de forskellige dele og skiftene imellem dem?
- B. Hvordan oplevede I mængden af samtale sammenlignet med ”normal” undervisning?
- C. Fysiske fænomener kan beskrives med mange forskellige repræsentationsformer, fx ord, grafer, formler, figurer. Hvilke repræsentationsformer, kan I huske fra undervisningen?

2.2 Forforståelse

- A. Hvilken viden om emnet ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener”, havde I før undervisningen?
- B. Hvordan oplevede I, at undervisningen tog udgangspunkt i eksisterende viden om emnet ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener”?
 - a. Hvad kunne man have gjort for at tage mere udgangspunkt i jeres eksisterende viden?

2.3 Brugen af kroppen

- A. Hvor meget oplevede I, at jeres kroppe blev inddraget i undervisningen sammenlignet med normal undervisning?
- B. Hvilken betydning oplevede I, at brugen af kroppen havde for jeres forståelse af det faglige indhold?

2.4 Konceptuel forståelse (samme som skriftlig test)

- A. Hvorfor er der dag og nat på Jorden?
- B. Hvorfor er der årstider på Jorden?
- C. Hvorfor vi ser månen i forskellige faser på Jorden (fuldmåne, halvmåne, nymåne)?
- D. Hvorfor opstår der solformørkelser og måneformørkelser på Jorden?

2.5 Motivation

- A. Kunne I tænke jer at lære mere om emnet ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener”?
 - a. Hvis ja, hvorfor og hvad?
 - b. Hvis nej, hvorfor ikke?
- B. Sammenlignet med andre emner i fysik (fx energi, bølger), hvor let/svært var emnet ”Jorden som planet i solsystemet som grundlag for forklaring af umiddelbart observerbare naturfænomener” at forstå?
- C. Hvilken indflydelse har undervisningen haft på din syn på fysikundervisningen og fysik generelt?

3. Konklusion

- A. Er noget ved den gennemførte undervisning, der har gjort særligt indtryk på jer?
 - a. Hvis ja, hvad?
- B. Er noget ved den gennemførte undervisning, der med fordel kunne ændres?
 - a. Hvis ja, hvad?
- C. Yderligere bemærkninger?

Tak for jeres deltagelse.

Bilag 9. Deklaration af brug af GAI

Deklaration af Generativ Kunstig Intelligens (GAI) i projekter

Navn:	Pelle Bøgild
Studienummer:	202100959
Projekttype:	Masterprojekt
Projekttitle:	Med Kroppen Ind i Fysikken

Jeg har benyttet generativ kunstig intelligens til udfærdigelse af dette projekt (sæt kryds)
Beskriv hvilke GAI-værktøjer, du har benyttet (husk version):

Jeg har d. 12-02-2024 benyttet Word i Microsoft Office 365's onlineversion. Den seneste update til Word inden da var version 2401, så kom d. 01-02-2024.
 Licensen til Microsoft Office 365 har jeg gennem IT-Center Fyn, som har en databeskyttelsesaftale med Microsoft.

Jeg har brugt GAI på følgende vis:

Nogle mulige anvendelsesområder er angivet som inspiration – slet eller tilføj efter behov. For hvert relevant område forklares, hvordan GAI er benyttet. Beskriv f.eks. kortfattet hvordan informationen blev genereret, samt forklar hvordan outputet er anvendt i din projektrapport.

- til at søge eller strukturere information
- til programmeringsopgaver
- til dataanalyse
- til fremstilling af figurer
- til at formatere tekst/formler i din opgave
- til at få feedback/forbedringer/korrektur på tekst og formulering
- til at generere tekst anvendt direkte i opgaven
- andet

Word blev brugt til en indledende transskribering af de to fokusgruppeinterviews ved at uploade lydfilen for hvert interview. Efterfølgende gennemgik jeg de to transskriptioner sammen med optagelserne af de to interview, så transskriptionerne passede.