

UNDERSØGELSESBASERET
NATURFAGSUNDERVISNING
&
SCIENCE WRITING
HEURISTIC

OM FYSIKFAGLIG SKRIFTLIGHED OG MOTIVATION I
DET ALMENE GYMNASIUM



MASTER PROJEKT I SCIENCE UNDERVISNING
THOMAS MELLERGAARD AMBY — 20051837

VEJLEDER: JESPER BRUUN

6. MAJ 2019

INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK
KØBENHAVNS UNIVERSITET & AARHUS UNIVERSITET

Abstract

This the English abstract...

Indhold

Indhold	ii
1 Introduktion	1
1.1 Motivation	1
1.2 Problemformulering	2
1.3 Projektets struktur	2
2 Baggrund	3
2.1 Læringsteoretisk udgangspunkt	3
2.2 Teori	5
2.3 Litteratursøgning	10
2.4 Temaer i litteraturen	11
2.5 Litteraturreview	12
3 Metode, design & data	17
3.1 Empirisk metode	17
3.2 Empirisk design	17
3.3 Empiriske data	18
3.4 Empiriske begrænsninger	20
4 Analyse, fortolkning og resultater	21
4.1 Spørgeskemaet	21

4.2	Samtale om motivation for skriftlighed	22
4.3	Afleveringer	22
5	Diskussion og Opsummering	23
5.1	Afsnit 1	23
6	Konklusion	25
6.1	Afsnit 1	25
7	Perspektivering	27
7.1	Afsnit 1	27
	Litteratur	29
Bilag A	Science Writing Heuristic eller at skrive for at lære	33
A.1	Stil spørgsmål	34
A.2	Forberedelse af undersøgelse	34
A.3	Lav forudsigelser	35
A.4	Indsamling af empiri	35
A.5	Analyse af empiri	35
A.6	Fortolkning af evidens	36
A.7	Fremstilling af påstande	36
A.8	Reflektion over undersøgelsen	36
A.9	Noter	36

Introduktion

Denne opgave beskæftiger sig med elevernes skriftlige arbejde i fysik faget, herunder undersøges elevernes motivation i forhold til både det praktiske arbejde og til det skriftlige arbejde med faget. Den praktiske dimension af de naturvidenskabelige fag har tidligere været et adelsmærke for hvordan fagene tænkes at kunne motivere for eleverne. Studier som fx ([Hodson, 2008](#)) peger på at man måske overfortolker betydningen af det praktiske arbejde som motivator for eleverne. Det er interessant at undersøge sammenhængen mellem det praktiske arbejde og elevernes motivation for faget og for skriftligheden, i en dansk kontekst da ([Hodson, 2008](#)) ikke inddrager danske data.

1.1 Motivation

Når man som underviser planlægger sin undervisning inden for naturfagene sørger man i stort omfang for at indlægge eksperimentelle undersøgelser for at skabe adspredelse og motivation for faget blandt eleverne. Grunden til at mange undervisere tænker at det praktiske arbejde kan have motiverende effekt på eleverne, er sandsynligvis at underviserne selv oplevede det praktiske arbejde i fagene som motiverende. Desværre er der noget som tyder på at eleverne ikke nødvendigvis deler undervisernes opfattelse af den motiverende effekt ved praktisk arbejde i fagene jf. ([Krogh & Andersen, 2016](#), s. 65 - 69). Dette underbygges bl.a. af ([Hodson, 2008](#)) hvor i det beskrives hvorledes eleverne faktisk udelukkende finder ekspeimenterne

som en adspredelse fra den ellers kedelige teoriundervisning, men de bidrager ikke i positiv forstand til elevernes motivation for faget. [Hodson \(2008\)](#) går så langt som til at antyde at det kan være direkte kontra produktivt at gennemfører øvelser med eleverne. Undersøgelsen som er udført af [Hodson \(2008\)](#) er foretaget i en ikke dansk kontekst og derfor kunne det være interessant at undersøge om det er muligt at øge elevernes motivation gennem et øget fokus på undersøgelser og skriftlighed i fysik faget. For at øge elev motivationen tænkes det at arbejde med Inquiry Based Science Education, herefter blot IBSE. IBSE tilskrives en motiverende effekt for eleverne af ([Dolin, Nielsen, Jacobsen, & Bruun, 2014](#); [Krogh & Andersen, 2016](#)). Da fokus er på at øge motivationen gennem et fokus på skriftlighed, anvendes den skriftlige metode kaldet Science Writing Heuristic, herefter SWH, som den beskrives af ([Keys, Hand, Prain, & Collins, 1999](#); [Krogh & Andersen, 2016](#)). Derfor er problemformuleringen for dette projekt følgende.

1.2 Problemformulering

Projektets problemformulering lyder som følger.

Hvordan påvirkes 1.g elever af IBSE og SWH med særligt fokus på deres faglige motivation samt deres skriftlige kompetence?

1.3 Projektets struktur

Udfyld med strukturen for opgaven når den ligger fast...

Baggrund

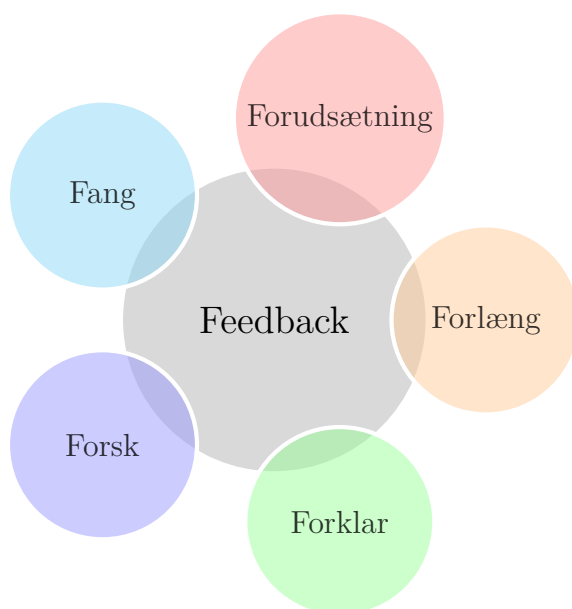
I dette kapitel gennemgås den teori som ligger til grund for projektet. Ligeledes indeholder afsnittet en gennemgang af projektets læringsteoretiske udgangspunkt i afsnit 2.1, efterfulgt af en beskrivelse af den udvælgelse der er sket i forhold til projektets kerne litteratur, i afsnittet om litteratursøgning 2.3 på side 10. I afsnit 2.4 på side 11 uddrages temaer fra den litteratur som bev udvalgt i forbindelse med litteratursøgningen. Sluttelig beskrives litteraturens temaer i et review som kan læses i afsnit 2.5 på side 12.

2.1 Læringsteoretisk udgangspunkt

Da der i dette projekt arbejdes med IBSE vil det være naturligt at anlægge tage læringsteoretisk udgangspunkt et lærings system kaldet Erfaringsbaseret læring udviklet af den amerikanske læringsteoretiker David Kolb. Kolbs teorier er funderet i teorier inden for mental konstruktivismen grundlagt af Jean Piaget, men Kolb trækker også tråde ud til både Kurt Lewin og John Dewey. Da dette master projekt arbejder med den måde eleverne skal konstruere deres viden baseret på det praktiske arbejde der er blevet udført gennem IBSE, her gennemføres den skriftlige del af arbejdet efter en model som minder om SWH. Begge disse to tilgange til læring trækker tråde tilbage til mental konstruktivismen, og til den erfaringsbaserede læring som blev udviklet af (Kolb, 1984). Den erfaringsbaserede læring består af fire faser:

- Fase 1 - Erfaring, Oplevelse
- Fase 2 - Eftertænkksomhed, Observationer, Refleksion, Analyse
- Fase 3 - Begrebsdannelse, Konklusion, vurdering
- Fase 4 - Eksperiment, Ny handling, Afprøvning af teori i nye situationer.

Teorien er en cyklisk teori, hvilket betyder at man som lærende skal flere gange rundt i modellen, og benævnes ofte som Kolbs læringscirkel. Udgangspunktet er klart konstruktivistisk da det er den lærende som gennem handlinger og refleksioner konstruere ny viden og derigennem læring, for at dette virker efter hensigten skal eleven have en vis grad af kritisk sans.



Figur 2.1: 6F modellen som den præsenteres af (Dolin et al., 2014) her har feedback en nøgle funktion.

I Kolbs model beskrives det at man aktivt skal eksperimentere, for gennem eksperimenterne gør man sig en række erfaringer som den lærende efterfølgende skal reflektere over. Disse refleksioner danner herefter grundlaget for en abstrakt konceptualisering som danner grundlaget for den nye forståelse og som dermed vil danne grundlaget for at tage en efterfølgende runde i den samme læringsteoretiske model.

Kolbs model kan også genkendes i den måde begrebet IBSE behandles jf. (Dolin et al., 2014), her arbejdes der ud fra 6F modellen som igen er en cirkulær model hvor eleverne konstruerer deres

egen viden baseret på konkrete erfaringer som tilbliver gennem praktiske undersøgelser. Hos Dolin et al. (2014) præsenteres de seks F'er som værende; Forudsætninger, Fang, Forsø, Forklar, Forlæng samt Feedback, se figur 2.1. Dette er i god tråd med andre kilder som beskriver IBSE her kunne eksempelvis henvises til (Krogh & Andersen, 2016). Koblingen mellem 6F-modellen af (Dolin et al., 2014) og

Erfaringsbaseret læring af (Kolb, 1984) er følgende. Forud for et hvert eksperiment går en afdækning af forudsætningerne for individet, herefter kommer fang fasen hos Dolin et al. som delvist er dækket af element et hos Kolb, hvor man finder aktiv eksperimenteren. Efter at have fanget eleverne med anslaget vil man hos Dolin et al. overgå til en forsk fase som dækker dele af den aktive eksperimenteren samt den konkrete erfaring hos Kolb. Kolbs tredje element den reflekterende observation modsvarer Forklar fasen hos Dolin et al. Sluttelig skal den lærende hos Dolin et al forlænge sin erfaring, hvilket forudsætter at man kan bringe den konkrete viden i spil hvilket modsvarer Kolbs abstrakte konceptualisering. I begge modeller danner den ny erhvervede viden grundlaget for endnu en tur rundt i modellen.

Den store forskel på de to modeller og der hvor Dolin et al. (2014) adskiller sig væsentligt fra Kolb (1984) er i forbindelse med begrebet Feedback som hos Dolin ligger som et element i alle dele af modellen, illustreret på figur 2.1 på forrige side. Her fremgår det tydeligt at feedbacken overlapper med alle de andre bobler som eleverne skal igennem i forbindelse med det praktiske arbejde i IBSE tanken. Kolbs model har ikke samme fokus på feedbacken væsentlige og nødvendige forudsætning for den lærendes udvikling, hvilket blev påvist af et metastudie udført af (Hattie & Timperley, 2015). Denne fokus på feedback er blevet implementeret i 6F modellen som den præsenteres af (Dolin et al., 2014).

2.2 Teori

Science Writing Heuristic

Gennemfører man naturfagsundervisningen i gymnasiet på en mere induktiv/ undersøgelsesbaseret, vil der være en mulig diskrepans mellem det praktiske arbejde som eleverne udfører og den måde hvorpå de afrapportere dette arbejde. Mere om det om et øjeblik. Den almindelige praksis i gymnasiet har i mange år været, at noget teori er blevet gennemgået på tavlen hvorefter eleverne gennemfører en undersøgelse med formålet at reproducere allerede kendt viden, sluttelig afrapporteres dette skriftligt til underviseren som efterfølgende retter arbejdet. Eleverne har skulle

skrive en rapport som indeholder følgende overskrifter;

- Titel
- Introduktion
- Formål
- Teori & Fremgangsmåde
- Data & Observationer
- Databehandling
- Diskussion og Fejlkilder
- Konklusion

Denne opbygning passer rigtig godt med den måde hvorpå man arbejder med det praktiske arbejde. Her er teorien samt evnen til at eftervise allerede kendt teori i centrum. Eleverne udstyrres i denne tilgang med en “køgebogsvejledning” som meget udførligt beskriver hvordan eleverne skal nå frem til resultaterne og dermed et succesfuld forsøg. Her kan det dog anfægtes om eleverne faktisk bliver motiverede af denne arbejdsmetode. Her peger eksempelvis ([Dolin et al., 2014](#)) på at denne metode ikke giver den faglige motivation som man kunne ønske hos eleverne. Tager man IBSE-tankens for pålydende og efterlever den ved at give eleverne mere åbne problemstillinger hvor de selv skal udvikle deres eksperimenter under vejledning af underviseren, så vil det være nødvendigt at ændre på det format som eleverne skal bruge til afrapporteringen af det praktiske arbejde. Med IBSE-tankens følger også en restruktureret af undervisningen. Nu skal eleverne fanges af fænomenet gennem brug af hverdags eksempler som eleverne kan relatere til. Herefter skal eleverne ud og undersøge fænomener som er i spil gennem praktisk arbejde. Dette praktiske arbejde styrres i høj grad af elevernes nysgerrighed, jf. 6F-modellen som der beskrevet af [Dolin et al. \(2014\)](#). De sidste elementer af 6F-modellen skal eleverne forklarer fænomenet, hvilket betyder at eleverne lægger deres undersøgelsesresultater og konklusioner på bordet, her skal man som underviser være mådeholdende og sørge for ikke at give eleverne en officiel forklaring på fænomenet. De sidste to faser dækker over en fase kaldet forlæng hvor man arbejder med at have fokus på at forstå og besvare den oprindelige problemstilling som man begyndte med ligeledes kan man også her perspektivere undersøgelserne og konklusionerne ud til andre dogmæner. Den afsluttende fase er feedback som er en hjørnesteen i den moderne undervisning.

Da man her ikke længere arbejder med decideret reproduktion af viden men en mere hypotesese drevet konstruktion af viden som for eleven er ny viden. Dette underbygges endvidere af at eleverne ikke præsenteres for den reelle forklaring på problemstillingen forud for deres undersøgelser og bearbejdelserne af denne. Man kunne derfor forestille sig en rapport skabelon som indeholder følgende overskrifter;

- Titel
- Undersøgelsesspørgsmål
- Test og/eller eksperimenter
- Observationer
- Påstande på basis af data
- Evidens for påstande
- Reflektioner
- Refleksion over egen læring

Med disse overskrifter spiller man mere naturligt ind i den form som 6F-modelle ligger op til i det praktiske arbejde. Her skal eleverne formulere et undersøgelsesspørgsmål, planlægge og strukturere eksperimenter som kan teste undersøgelsesspørgsmålet. I forhold til 6F-modellen er dette jo netop forsk faseren hvor eleverne arbejder med at indsamle data om et fænomen, ud fra egne problemstillinger. Når eleverne har en klar plan for eksperimentet med et defineret parameterrum gennemfører de eksperimentet og fokusere på at nedskrive alle observationer både måle data men også visuelle observationer af eksperimentet. På baggrund af de indsamlede data og observationer beskriver eleverne generelle sammenhænge som de søger at underbygge med evidens, baseret på det indsamlede data materiale og selvfølgelig søger at konkludere på dette. Her arbejdes inden for forklar fasen i 6F-modellen. Sluttelig reflekterer eleverne over eksperimentet og søger her viden i litteraturen, og hos underviseren, samt perspektivere undersøgelsen til andre dele af elevernes curriculum. Dermed rammer man den næst sidste del af 6F-modellen nemlig forlæng fasen. Sluttelig vil refleksionen over egen læring i samspil med lærers kommentare danne rammen om det sidste F nemlig feedback. Der er nogle praktiske udfordringer forbundet med at undervise elever efter IBSE-modellen, dels det faktum at ikke nødvendigvis alle elever opnår samme indsigt, og dels det at denne metode tager

Tabel 2.1: I følgende tabel præsenteres de skridt som man skal gennemløbe i forbindelse med det praktiske arbejde for at implementere SWH fuldbyrdigt. [Hand et al. \(2004\)](#); [Keys et al. \(1999\)](#).

Implementerings skabelon til SWH	
Underviser	Elev
Udforskning af forforståelse	Første umiddelbare spørgsmål
Pre-laboratorie aktiviteter	Test/eksperimenter
Deltagelse i laboratorie arbejde	Observationer
Forhandling - Fase I	Påstande
Forhandling - Fase II	Evidens
Forhandling - Fase III	Littratur læsning
Forhandling - Fase IV	Reflektion
Udforskning af efterforståelse	

længere tid, hvis eleverne skal have tid til at komme flere gange rundt i den læringscyklus som man kan opfatte 6F-modellen som. Forskning peger på at det er muligt at øge elevernes udbytte ved at anvende teknikken science writing heuristic. I litteraturen præsenteres SWH første gang af ([Keys et al., 1999](#)), betragter man senere studier har ([Hand, Wallace, & Yang, 2004](#)) præsenteret en model til implementeringen af SWH i undervisningen.

Heraf er det tydeligt at de dele som eleverne skal igennem stemmer overens med de overskrifter der er valgt i forbindelse med omstruktureringen af det skriftlige produkt. Som det fremgår af tabellen ligger der flere dele på underviseren, i forhold til udforskningen af elevernes forforståelse kan dette i følge [Hand et al. \(2004\)](#) foregå enten individuelt eller i grupper fx gennem begrebs kort. Dette punkt svarer også til afdækningen af elevernes forforståelse i 6F-modellen, hvorfor disse to metoder arbejder hensigtsmæssigt sammen. Den næste del af forberedelserne er for underviseren er facilitere pre-laboratorie aktiviteter, så som uformelle skrive processer fx vha. nonstopskrivning¹ hvor igennem man får struktureret sine tanker og viden således at den kan kondenceres til de første spørgsmål der peger frem mod en undersøgelse. Efterfølgende gennemføres selve laboratorie øvelsen med eleverne med udgangspunkt i elevernes undersøgelsesspørgsmål. Efterfølgende bevæger vi os ind i det der beskrives af [Hand et al. \(2004\)](#); [Keys et al. \(1999\)](#) som forhandlingsfaserne

¹hentet fra [AU's studiemetro](#)

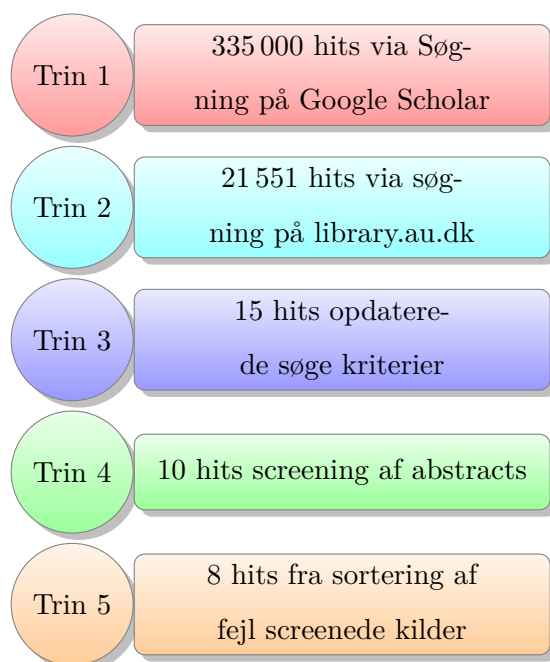
hvilket svarer til både forklar og forlæng faserne fra 6F-modellen hos ([Dolin et al., 2014](#)). I den første forhandlingsfase skal eleverne ndskrive deres individuelle meningskonstruktion med udgangspunkt i det netop gennemførte praktiske arbejde. [Hand et al. \(2004\)](#) skriver at dette fx. kan gøres gennem journal skrivning. Den anden forhandlingsfase beskrives som fasen hvor eleverne i mindre grupper deler og sammenligner data og fortolkninger af denne empiri, dette kan de for eksempel gøre gennem fremstilling af grafer og andre illustrationer med udgangspunkt i datamaterialet. Som den tredje forhandlingsfase skriver [Hand et al. \(2004\)](#) at eleverne nu skal sammenligne deres videnskabelige idéer med eksisterende litteratur herunder lærebøger og anden litteratur i printet format. For den moderne studerende kunne også elektroniske kilder være væsentlige at sammenligne med. Her bør eleverne i grupper skrive en række noter som forholder sig som svar på undersøgelsesspørgsmålet. Den afsluttende forhandlingsfase går ud på at eleverne individuelt skriver en reflekterende rapport eller forklaring i lærebogsformat. Nu kan man som underviser slutte af med at gentage processen med begrebskortet så det bliver tydeligt for eleverne at de har rykket sig og på hvilke fronter de har rykket sig. Dette falder under det sidste punkt hvor kaldet udforskning af efterforståelse, og beskrives hos [Dolin et al. \(2014\)](#) som forlæng og delvis feedback fasen.

TAP

2.3 Litteratursøgning

Processen med at udvælge primær litteratur til dette speciale er forløbet i henhold til følgende principper, som ligeledes er illustreret på figur 2.2. Jeg har valgt at dele denne process ind i 5 trin som er gennem løbet på følgende vis og gennem følgende kriterier. Først gennemførtes en søgning på Google scholar med følgende udsagn “*practical work AND science writing heuristic*”. Det er klart at der er behov for en grovere sortering med et udgangspunkt på 335 000 hits.

I trin to lavede jeg en søgning på <http://library.au.dk> med den samme søge tekst og med et ekstra kriterium nemlig at kilderne skulle være skrevet fra og med 1999. For at få nyere forskning tilgængelig dette reducerede antallet af hits til 21 551.



Det næste skridt var blev at opdatere tidskriteriet til at være artikler som er skrevet efter 2005. Dette snævrede feltet betydeligt ind og ved at kræve at litteraturen skulle handle om skriftlighed og praktiskarbejde blev i fagene fysik og kemi blev feltet reduceret betydeligt til blot 15 hits i skridt tre.

Herefter blev alle 15 abstracts screenet med henblik på at afdække om der var eventuelt dobbeltgængere i mellem dem, samt abstracts som ikke var hjem-

Figur 2.2: Litteratursøgnings processen

mehørende i dette projekt. Her blev også skeelet til hvilken skoleform der var tale om. Er det gymnasialt niveau eller er der tale om undervisning på universitets niveau. Dette reducerede yderligere omfanget af kilder til 10.

Efter gennemlæsning af litteraturen stod det klart at der var dele af litteraturen som ikke var anvendelig i forbindelse med denne opgave dette viste sig at gælde for to af de tilbageværende artikler de blev derfor kasseret. Dermed baseres nedenstående litteratur review sig på 8 artikler som er fundet på baggrund af den ovenfor beskrevne

litteratursøgningsprocess. I det følgende afsnit [2.3 på forrige side](#) ser vi på hvilke temaer der kan uddrages af artiklerne, forud for det egentlige review af artiklerne i afsnit [2.4](#).

2.4 Temaer i litteraturen

Betrægtes de artikler som blev fundet på basis af litteratursøgningsprocessen ovenfor så er der en tydelig række af fællesnævnerne som går igen uafhængigt af om artiklen handler om begrebet *Writing to Learn* hvor man arbejder med at øge eleverne faglige udbytte gennem det skriftlige arbejde. eller der er tale om artikler med særligt fokus på *science writing heuristic* som fokus, så er der i litteraturen konsensus for at man ikke bør sætte eleverne til at skrive rapport i en mere klassisk forstand da dette på ingen måde fremme elevernes læring. ([Akkus, Gunel, & Hand, 2007](#); [Atasoy, 2013](#); [Burke, Hand, Poock, & Greenbowe, 2005](#); [Keys et al., 1999](#)). Det er også i denne kontekst at [Hodson \(2008\)](#) kommer til udtryk med sin tese om ”... at det kan være direkte kontra produktivt at lave praktisk arbejde med eleverne”. [Dolin et al. \(2014\)](#); [Krogh and Andersen \(2016\)](#) peger på at en løsning på denne udfordring kunne være at lade eleverne arbejde mere undersøgelsesbaseret i naturfagene og ikke blot i fysik faget.

En del af løsningen på udfordringen præsenteres af ([Burke et al., 2005](#); [Keys et al., 1999](#)) i form af en ny tilgang til skriftligheden i naturfagene. Her peges der i retning af en skriftlig struktur som er mere undersøgende i sin natur. Humlen i alt dette er at vi skal gentænke den måde hvorpå vi strukturerer det skriftlige forløb for eleverne. [Burke et al. \(2005\)](#) foreslår en ny tilgang til den skriftlige skabelon som vi har anvendt i mange år i det danske gymnasium, denne nye skabelon er bygget ovenpå SWH som udarbejdet af ([Keys et al., 1999](#)), og forskellen mellem de to tilgange er givet i tabel [2.2 på næste side](#).

Største delen af de fundne artikler peger på en målbar effekt af indførelsen af SWH i undervisningen, givet at der arbejdes fokuseret med skriftlighed i den daglige undervisning i et forløb med en varighed på 8 - 12 uger. Der er med andre ord tale om en signifikant påvirkning af elevernes læring og udvikling af deres skriftlige kom-

Tabel 2.2: Her ses forskellen mellem strukturen i en klassisk fysik rapport og en mere undersøgelsesbaseret tilgang til rapporten jf. IBSE og SWH. Tabellen er hentet fra hhv. [Burke et al. \(2005\)](#); [Keys et al. \(1999\)](#).

Rapport skabelon	
Klassisk	IBSE
Titel	Titel
Introduktion	Undersøgelsesspørgsmål
Formål	Tests/Eksperimenter
Teori & fremgangsmåde	Observationer
Data & observationer	Påstande baseret på data
Databehandling	Evidens for påstande
Diskussion	Refleksioner
Konklusion	Refleksion over egen læring

petence gennem en kortere periode. Kun artiklen af ([Miller, Scott, & McTigue, 2018](#)) nævner ikke effekterne af SWH, hvilket skyldes at dette mere er et review af forskningsfeltet indenfor skriftlighed i den gymnasiale sektor. Hvis vi ser bort fra artiklen af ([Dolin et al., 2014](#); [Krogh & Andersen, 2016](#); [Miller et al., 2018](#)) arbejder forskerne bag undersøgelserne ud fra principperne i mixed-methods tilgangen til eksperimenterne. Desuden er størstedelen af artiklerne klart positivistiske i den forstand at der gennemføres en pre-test, efterfulgt af en intervention og hele forløbet afsluttes med en post-test. På denne måde får de en mere eller mindre validt mål for effekten af interventionen blandt eleverne. Samtidig forholder de sig også til de kulturelle effekter i undervisning som også kan påvirke deres resultater, hvilket nok trækker dem i retning af mere post-positivistiske end blot positivistiske.

2.5 Litteraturreview

På de danske ungdomsuddannelser arbejder eleverne i høj grad eksperimentelt i de naturvidenskabelige fag. Dette praktiske arbejde gennemføres i høj udstrækning efter vejledninger som kan karakteriseres som *kogebogsvejledninger*. Med kogebogsvejledninger menes øvelsesvejledninger hvor alle dele af det praktiske arbejde er udførligt beskrevet for eleven i stil med opskrifterne i en kogebog, således at eleverne er klar over hvad de skal gøre samt hvordan de skal gøre det igennem hele øvel-

sen. Dermed bliver øvelsens formål at få eleverne til at reproducere allerede kendte resultater for at *eftervise* allerede kendte sammenhænge fra teorien. Det store review af (Miller et al., 2018) peger sammen med (Hodson, 2008) på at udbyttet af denne mere traditionelle form for praktisk arbejde er relativt begrænset, eller i hvertfald begrænset til at indøve elementære laboratoriefærdigheder. (Hodson, 2008) går skridtet videre og antyder at det kan være direkte spild af tid og ressourcer at lade eleverne gennemfører denne type af øvelser i laboratoriet. I følge (Hodson, 2008) er der en forskel mellem hvad eleverne reelt får ud af øvelserne og det underviserne forventer at eleverne får ud af øvelserne. Dette baseres på at underviserne i studier giver udtryk for at de føler at eleverne motiveres ved at skulle foretage beregninger baseret på egne data. Denne påstand har man dog imidlertid ikke kunne påvise i undersøgelser, blandt eleverne. Krogh and Andersen (2016) skriver følgende opsummering,

“[...]studierne viser derimod at eleverne ikke opfatter øvelserne som voldsomt spændende - men de giver variation og opfattes som mindre kedelige end den daglige naturfagsundervisning[...].”

Ungdomsuddannelsernes fokus har derfor gennem de senere år flyttet sig i retning af IBSE undervisning som den beskrives i hhv. (Dolin et al., 2014; Krogh & Andersen, 2016). Med den stigende interesse for IBSE tilgangen til naturfagsundervisningen flyttes fokus fra reproduktions øvelser til øvelser hvor eleverne i højere grad skal drive øvelsen fremad. Herved kommer eleven i centrum for øvelsen og det bliver elevens undren over fænomener som bliver bestemmende for hvad eleverne undersøger i laboratoriet. Øvelsen flyttes altså fra ren *reproduktion* over mod *konstruktion* af viden som det også beskrives af (Krogh & Andersen, 2016). Når man fundamentalt ændre på den måde hvorpå man gennemfører øvelser får man brug for at kigge på den måde som eleverne afrapportere deres undersøgelser er den klassiske rapport, se tabel 2.2 på modstående side den bedste metode? Her peger flere kilder (Burke et al., 2005; Erkol, Kışoğlu, & Büyükkasap, 2010, m.fl.) på at eleverne skal anvende en ny type afrapportering nemlig SWH som blev introduceret af (Keys et al., 1999). Med SWH som tilgang til skriftligheden flyttes også rapportens fokus ligeledes fra

reproduktion af viden til konstruktion af viden hos eleverne. [Keys et al. \(1999\)](#) skriver selv om ændringen

“[...]Postmodernister peger på at elever skal lære måder at udtrykke sig på som tillader dem at kritisere den status quo som findes i det videnskabelige dogmæne, hvorimod konstruktivister er af den opfattelse at eleverne skal lære udtryksformer som repræsentere konstruktionen af personlig og social udviklende meninger ... SWH-formen tilbyder netop en ramme for den videnskabelige skrive proces som i et vist omfang understøtter begge sunspunkter[...]”

Sluttelig peger ([Keys et al., 1999](#)) på at SWH-formen gennem reflektiv kognition og i samspil med andre elever og underviseren vil skabe en mere rodfæstet erkendelse uden for det videnskabelige dogmæne. Flere studier ([Akkus et al., 2007](#); [Burke et al., 2005](#), m.fl.) har undersøgt hvordan det går med implementeringen af de nye tiltag med særligt fokus på IBSE. Studierne påviser at der en stor vilje til at ændre praksis blandt underviserne, men at de samme undervisere har svært ved at indfører disse nye undervisningsformer uden en grundig indføring og uden at have afprøvet formen på egen krop. Af ([Erkol et al., 2010](#)) fremgår det at man ønsker at teste implementeringen af SWH blandt en gruppe af første års fysik studerende på et universitet i det østlige Tyrkiet. Emnet hvori man introducerede de nye studerende for SWH var i fysik faget inden for mekanik, i artiklen finde de at der over en periode svarende til det første semester hvor hhv. test gruppen og kontrolgruppen kun introduceres til hvordan man implementerer laboratoriearbejde og hvordan dette afrapporteres, herefter blev de to grupper undervist efter forskellige fremgangsmåder. Her viste før og efter tests at der var en signifikant forskel mellem de studerendes forståelse af emnet mekanik. Endvidere skriver [Erkol et al. \(2010\)](#) at i tillæg peger 71.6 % af de studerende på at udarbejdelsen af den traditionelle rapport var direkte kedelig (23.8 % nogenlunde enig, 19.4 % enig og 28.4 % helt enig). De studerende i testgruppen peger på at SWH strategien øger deres læring og de finder at laboratoriearbejdet mere meningsfuldt. Endvidere peger 87.6 % af testpersonerne på at SWH-rapport formatet er med til at udvikle deres problem-

løsningsevner. (Erkol et al., 2010) slutter af med at pege på at lingende studier i andre naturfag har afstedkommet lignende eller identiske udfald, hvilket indikerer stor validitet, når man kan opnå sammenlignlige resultater på tværs af fag og emner med den samme grundlæggende metode. (Atasoy, 2013) tager over hvor (Erkol et al., 2010) slutter, her gennemfører man et studium inden for det fysik faglige område, med særligt fokus på begrebet Writing-to-Learn (WtL) en metode som også favnes af SWH. Motivationen for at gå i gang med dette projekt for (Atasoy, 2013) er at der mangler studier på netop dette område. I modsætning til Erkol et al. (2010) som beskriver sine testpersoner som førsteårs studerende, beskriver Atasoy (2013) sine testpersoner som bachelorstuderende, og hun har valgt at anvende emnet elektrostatik til sin undersøgelse. Testpersonerne følges her gennem en otte ugers periode, og konklusionen er at de studerende som anvender en WtL strategi i deres daglige arbejde opnår en højere konceptuel forståelse end de elever som ikke anvender en WtL-tilgang til det praktiske arbejde i laboratoriet. For at vi kan sige at dette er rammende for eleverne på de danske ungdomsuddannelser herunder STX bør man også undersøge elever som er på stadiet lige inden de skal på ungdomsuddannelserne. Derfor rettes blikket nu mod (Kingir, Geban, & Gunel, 2013). Her undersøger man en række 9. klasses elevers udbytte af at anvende SWH som et middel til at øge forståelsen af fænomenter inden for kemiens emne område. Kingir et al. (2013) finder på samme vist som Atasoy (2013); Erkol et al. (2010) at elevernes konceptuelle forståelse af det faglige stof stiger over projekt perioden, samt at elevernes evne til at løse problemstillinger øges markant. Hvis SWH er sådan en god ide hvorfor er der så ikke flere som har valgt at skifte de traditionelle øvelser med dertilhørende rapport ud, med undersøgelsesbaserede øvelser med dertilhørende skriftligt arbejdes udfærdiget efter SWH modellen? Forklaringen skal i følge Burke et al. (2005); Keys et al. (1999); Krogh and Andersen (2016) vindes i det faktum at yngre undervisere faktisk gerne vil skifte men ikke nødvendigvis evner skiftet fra en undervisningsform til en anden på grund af en relativt begrænset værktøjskasse. I mens ældre undervisere i princippet har værktøjerne til at foretage skiftet men mangler lysten til at skifte til den nye form. Derfor forbliver det en kamp for de få at sikre en bedre eksperimentel undervisning i naturfagene herunder

også fysik.

Metode, design & data

3.1 Empirisk metode

Til belysning af problemstillingen anvendes aktionsforskning. Med aktionsforskning er det muligt at følge en meget lille population af elever på tæt hold, hvilket er en fordel i denne kontekst. Herved er det muligt at brede undersøgelsen ud på et senere tidspunkt hvis det ser ud til at der er grundlag for dette. En gruppe elever er blevet udvalgt til at danne grundlaget for undersøgelsen af hvordan det påvirker deres skriftlige kompetencer at man anvender IBSE og SWH i undervisningen. Den udvalgte klasse er herefter blevet undervist med et særligt fokus på IBSE, og med en klar kobling til SWH. Fra klassen er der blevet udvalgt skriftligt arbejde fra to grupper, som efterfølgende er blevet analyseret, gennem flere afleveringer. På denne måde kan vi se på udviklingen af elevernes skriftlige kompetencer. For at undersøge om det er specielt for netop denne klasse er afleveringer fra to andre klasser ligeledes blevet analyseret fra to tilfældigt valgte grupper. Ydermere indsamles der data fra et spørgeskema som forholder sig til om eleverne føler sig klædt på til arbejdet med det skriftlige produkt.

3.2 Empirisk design

Den forskningsmetode som anvendes i denne opgave vil naturligt være aktionsforskning. Grundlaget for dette valg er af praktiske hensyn, på den måde er det muligt

at afprøve forskellige tiltag på et mindre ensemble for derefter at undersøge effekterne af de ændringer der er foretaget blandt målgruppen. Herefter er det muligt at korrigere og foretage nye observationer af effekterne af den afprøvede ændring. En anden begrænsende faktor her har været tid. Skulle man have foretaget undersøgelserne på et større ensemble så ville det have krævet langt flere undervisere som var involveret i forskningen. Dette har ikke været muligt, hvorfor valget er faldet på at studerer effekterne i en enkelt klasse med 30 elever.

Som basis for undersøgelsen af elevernes skriftlige produkter er to grupper af elever blevet udvalgt, således at det er muligt at se på deres skriftlige udvikling over tid.

3.3 Empiriske data

Indsamlingen af empiri kommer til at falde i flere dele. Den første del bliver at indsamle svar på et kort spørgsskema om hvorvidt eleverne føler sig klædt på til den skriftlige opgave som de står overfor i forhold til det eksperiment de netop har udført. Spørgeskemaet udfyldes af eleverne når de har lavet deres eksperimenter og er klar til at påbegynde skriveprocessen. Det er uafhængigt af om eleverne skal skrive en journal eller en rapport om de eksperiment de netop har gennemført. Spørgeskemaet er blevet gennemført i alle 1.g klasser på Viborg Katedralskole hvilket betyder at der er 349 mulige respondenter til spørgeskemaet, af dem har 117 afgivet en besvarelse hvilket betyder at spørgeskemaet har en svarprocent på 33,5%.

3.3.1 Spørgeskema om motivation for skriftligt arbejde

Eleverens selvevaluering af deres eget motivations niveau, har mundet ud i en udformning af et spørgeskema med fem udsagn som eleverne skal vurdere på en syv trinsskala. Hvor syv er meget enig og et er meget uenig. De fem udsagn som eleverne skal vurdere er følgende:

1. Jeg har let ved at gennemskue hvad jeg skal i laboratoriet.
2. Jeg har et øget fagligt udbytte af de åbne problemstillinger.

3. Jeg har en bedre forståelse af den teori der arbejdes med som følge af laboratorie arbejdet.
4. Jeg føler at skriveprocessen er nemmere når jeg selv har designet forsøget.
5. Jeg føler at det praktiske arbejde i laboratoriet, øger min faglige motivation.

Spørgeskemaet gennemføres i en eksperimentel lektion umiddelbart efter det praktiske arbejde, kravet har været at der skulle vente eleverne noget skriftligt arbejde som følge af det praktiske arbejde de netop havde udført. Foruden de frem udsagn havde eleverne mulighed for at give kommentare de måtte finde relevante. Undersøgelsen blev foretaget med Survey-Xact softwaren i de respektive klasser på skolen. Efter at have indsamlet empiri er det på sin plads at undersøge om den indsamlede empiri er konsistent, dette gøres her med Cronbach's α . Cronbach's α er beregnet

Tabel 3.1: Her ses værdier for Cronbach's α som mål for at teste den interne konsistens i undersøgelsen. Data som disse kan findes i en lang række artikler, men her følger vi udlægningen af (Peterson, 1994, Tabel 1, s. 382) hvor der er en række forskellige fortolkninger, den her anvendte tager sit udgangspunkt her og er så tilpasset.

Værdi af Cronbach's α	Intern konsistens
$0.9 \leq \alpha$	Fremragende
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	God
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Acceptabel
$0.6 \leq \alpha < 0.5$	Tvivlsom
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Dårlig
$\alpha < 0.5$	Uacceptabel

på følgende vis:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^k \frac{\sigma_i^2}{\sigma^2_s} \right) \quad (3.1)$$

hvor k er altallet af målinger i undersøgelsen, σ_i^2 er variansen af den i 'te måling, mens σ_s^2 er variansen for hele undersøgelsen, jf (Peterson, 1994, s.382). For de indsamlede data i spørgeskemaet er Cronbach's α beregnet til 0.91, hvilket baseret på skalaen i tabel 3.1 betyder at der er en fremragende intern konsistens i undersøgelsen. Hvilket igen betyder at elevernes svar er konsistente gennem alle spørgsmålene.

3.3.2 Skriftligt arbejde

Den anden del af indsamlingen af data til at belyse problemstillingen her er i form af skriftlige arbejder fra eleverne. Her er tilfældigt udtrukket to grupper fra den klasse som er omdrejningspunktet for eleverne. Deres skriftlige arbejder er så indsamlet og analyseret med udgangspunkt i TAP metoden beskrevet af ([Erduran, Simon, & Osborne, 2004](#)). Hermed bliver målet af om eleverne faktisk udvikler deres skriftlige kompetencer altså vurderet i forhold til et sæt af objektive kriterier. For at belyse om IBSE og SWH faktisk har en effekt på elevernes skriftlige arbejde kigger vi samtidig på skriftligt arbejde fra tilfældigt valgte elever fra to andre klasser på Viborg Katedralskole.

3.4 Empiriske begrænsninger

Det er klart at der vil være nogle åbenlyse begrænsninger i forhold til den indsamlede empiri. Empirien er indsamlet fra en meget lille population og det vil derfor ikke være muligt at konkluderer noget generelt på baggrund af den indsamlede empiri. Empirien kan dog hjælpe med at afdække tendenser i forhold til hvad der hjælper elevernes skriftlige arbejde på vej og hvad der ikke gør. Dette projekt skal med andre ord ses som et pilot projekt.

En anden åbenlys begrænsning er at projektet gennemføres på en skole med en primær klasse som omdrejningspunkt. Man kunne forestille sig at der ville have været et andet udfald såfremt man havde gennemført projektet i en anden klasse på en anden skole, eller blot en anden klasse på den samme skole. Det vil jeg lade være op til fremtidig forskning inden for dette område at afgøre.

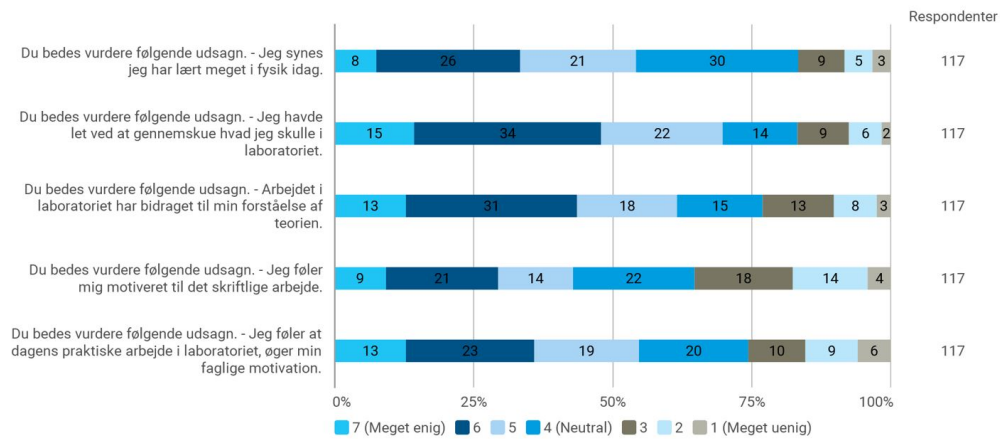
Analyse, fortolkning og resultater

I det følgende afsnit betragtes den empiri som er indsamlet i forbindelse med dette projekt. I afsnit 4.1 betragtes den empiri som er indsamlet gennem det første spørgeskema, i afsnit 4.2 på næste side gennemgås den indsamlede empiri fra spørgeskema to, og kapitlet afsluttes med et afsnit ?? på side ?? hvor forskellige elevers skriftlige arbejde analyseres vha. TAP modellen.

4.1 Spørgeskemaet

Som empirisk grundlag for dette projekt er der indsamlet data fra to spørgeskemaer samt fra elev afleveringer. Besvarelsene, fra 1.g elever på Viborg Katedralskole, på spørgeskemaerne er indsamlet med Survey-Xact, der har været 117 besvarelser ud af 349 mulige besvarelser hvilket giver spørgeskemaet en svarprocent på 33,5 %. Undersøgelsen er blevet gennemført i forbindelse med praktisk eksperimentelt arbejde. I forbindelse med det praktiske arbejde var der forbundet med et efterfølgende skriftligt arbejde. Spørgeskemaet blev gennemført i klasserne umiddelbart efter det praktiske arbejde og forud for det skriftlige arbejde blev påbegyndt. De 117 svar fordeler sig som vist på figur 4.1 på næste side.

Betrakter man antallet af positive svar på de fem udsagn, hvor et svar regnes som positivt hvis der er svaret fire eller højere. Så vil gennemsnittet af besvarelsene være 66,32 % af de afgivne svar i alle fem spørgsmål. Hertil kunne det anfægtes om eleverne faktisk har forstået hvad de har svaret på, men her må man vise tilbage



Figur 4.1: Det samlede datasæt for de fem spørgsmål med hver 117 respondenter fra en 1.g årgang på Viborg Katedralskole. Svar procenten for undersøgelsen er på omkring 33 %.

til Cronbach's α værdien som er blevet bestemt til 0.91 jf. afsnit 3.4 på side 20, denne værdi indikere at der er konsistens internt i undersøgelsen og at elevernes svar dermed har en hvis grad af konsistens. Generelt kan det uddrages ud af figur 4.1 at eleverne har let ved at gennemskue hvad de skulle i laboratoriet. Ligesom eleverne også mener at arbejdet i laboratoriet har bidraget til deres forståelse af teorien. Ligeledes vurderer eleverne også at det praktiske arbejde i laboratoriet øver deres faglige motivation. Dog er eleverne mere tilbageholdende med at føle sig motiverede til det skriftlige arbejde.

4.2 Samtale om motivation for skriftlighed

4.3 Afleveringer

Diskussion og Opsummering

Se [5.1](#)

5.1 Afsnit 1

Konklusion

Se **6.1**

6.1 Afsnit 1

Perspektivering

Se ?? på side ??

7.1 Afsnit 1

Litteratur

- Akkus, R., Gunel, M., & Hand, B. (2007, nov). Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745–1765. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690601075629> doi: 10.1080/09500690601075629
- Atasoy, Ş. (2013, jan). Effect of writing-to-learn strategy on undergraduates' conceptual understanding of electrostatics. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 22(4), 593–602. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s40299-013-0062-4> doi: 10.1007/s40299-013-0062-4
- Bernholt, S., Rønnebeck, S., Ropohl, M., Köller, O., & Parchmann, I. (2013). *Report on current state of the art in formative and summative assessment in ibe in stm - part i* (Tech. Rep.). Kbenhavn: University of Copenhagen.
- Brinkmann, S., Tanggaard, L., Hastrup, K., Szulevicz, T., Raudaskoski, P., Nielsen, B. S., ... Denzin, N. K. (2015). *Kvalitative metoder - en grundbog* (2nd ed., Vol. 3; S. Brinkmann & L. Tanggaard, Eds.). København: Hans Reitzels Forlag.
- Buhl, C. (2010). *Talent: Spørgsmålet er ikke om du har talent men hvordan*. Gyldendal Buisness.
- Burke, K., Hand, B., Pooock, J., & Greenbowe, T. (2005, September). Using the science writing heuristic: Training chemistry teaching assistants. *Journal of College Science Teaching*, 35(1), 36-41. Retrieved from <https://www.jstor>

[.org/stable/42992552?seq=1#page_scan_tab_contents](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811025638)

- Celik, P., Onder, F., & Silay, I. (2011, December). The effects of problem-based learning on the students' success in physics course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 656-660. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811025638> doi: 10.1016/j.sbspro.2011.11.124
- Crippen, K. J., Archambault, L. M., & Kern, C. L. (2012, June). The nature of laboratory learning experiences in secondary science online. *Research in Science Education*, 43(3), 1029-1050. Retrieved from <https://asu.pure.elsevier.com/en/publications/the-nature-of-laboratory-learning-experiences-in-secondary-scienc> doi: 10.1007/s11165-012-9301-6
- Dolin, J., Nielsen, J. A., Jacobsen, L. B., & Bruun, J. (2014). *Kompendium: Inquiry Based Science Education - IBSE - Termer, metoder, tankegange og erfaringer - Undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og matematik* (K. Frisdahl, Ed.). Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004, Oktober). Taping into argumentation: Developments in the application of toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915 - 933.
- Erkol, M., Kışoğlu, M., & Büyükkasap, E. (2010, January). The effect of implementation of science writing heuristic on students' achievement and attitudes toward laboratory in introductory physics laboratory. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2310-2314. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.327
- Greenbowe, T., & Hand, B. (2005). Introduction to the science writing heuristic. In (chap. Chemists' Guide to Effective Teaching). Prentice Hall.
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E.-M. (2004). Using a science writing heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131 - 149.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2015). Feedback og Vurdering for læring. In M. J. Elbeck (Ed.), (1udgave, 3. oplag ed., p. 13 - 59). Suderbovej 22 - 24, 9900

Frederikshavn: Dafolo.

Hodson, D. (2008). Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene. *MONA*(3), 7 - 20.

Huang, X., & Kalman, C. S. (2012, October). A case study on reflective writing. *Journal of College Science Teaching*, 42(1), 92-99. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/43748411>

Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999, July). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291098-2736%28199912%2936%3A10%3C1065%3A%3AAID-TEA2%3E3.0.CO%3B2-I> doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;B2-I

Kingir, S., Geban, O., & Gunel, M. (2013, oct). Using the science writing heuristic approach to enhance student understanding in chemical change and mixture. *Research in Science Education*, 43(4), 1645–1663. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11165-012-9326-x> doi: 10.1007/s11165-012-9326-x

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the science of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Krogh, L. B., & Andersen, H. M. (2016). *Fagdidaktik i naturfag* (F. Olsen, Ed.). Frydenlund.

Kruse, S. (2013, June). Hvor effektive er undersøgelsesbaserede strategier i naturfagsundervisningen? *MONA - Matematik og Naturfagsdidaktik*, 2, 24 - 48.

Lawson, A. E. (2010). *Teaching inquiry science in middle and secondary schools*. SAGE Publications, Inc.

Miller, D. M., Scott, C. E., & McTigue, E. M. (2018, December). Writing in the secondary-level disciplines: a systematic review of context, cognition and content. *Educational Psychology Review*, 30(1), 83-120. doi: 10.1007/s10648-016-9393-z

Peterson, R. A. (1994, September). A meta-analysis of cronbach's coefficient alpha.
Journal of Consumer Research, 21(2), 381-391.

Science Writing Heuristic eller at skrive for at lære

Hvis du spørger dine klassekammerater eller din underviser efter en definition på begrebet *undersøgelse*, vil du formentlige få ligeså mange forskellige unikke definitioner som antallet af personer du har spurgt. Dette skyldes at *undersøgelse* kan have mange forskellige meninger uafhængigt af personen der spørges. I denne laboratorie manual, har vi valgt følgende forståelse af begrebet *undersøgelse* som midlerne til at gennemføre videnskab. For at hjælpe dig til at tænke hele vejen igennem den videnskabelige process har vi struktureret denne manual med overskrifter som er draget ud fra princippet science writing heuristic (SWH).

SWH er en velbeskrevet metode til at styre undersøgelsesbaserede oplevelser, og den er designet til at opfordre til konstruktion af konceptuel viden i faget. Metoden er også baseret på sammenhængen mellem spørgsmål, evidens og påstande. Den oprindelige udgave af science writing heuristic inkluderede følgende processer som du som elev skal igennem.

1. Første spørgsmål til undersøgelsen
2. Test
3. Observationer
4. Påstande

5. Evidens
6. Læsning
7. Refleksion
8. Skrive fase

Ovenstående otte kategorier er blevet tilpasset arbejdet med undersøgelser, således at de nu er følgende overskrifter. Under hver af overskrifterne finder du en kort instruks, som forholder sig til den undersøgelse som relaterer sig til overskrifter. Overskrifterne kobler også til de faglige mål i fysik faget.

A.1 Stil spørgsmål

Enhver videnskabelig undersøgelse begynder normalvis med en undren der kan formuleres som et spørgsmål. Dette spørgsmål skal så besvares gennem eksperimenter hvor man indsamler data. Fra tid til anden er dette spørgsmål givet på forhånd, mends det andre gange vil være dig der skal stille spørgsmålet sammen med din laboratorie gruppe.

A.2 Forberedelse af undersøgelse

Før du kan påbegynde dit praktiske arbejde, er det vigtigt at der er en klar plan for hvordan du vil indsamle dine data, som skal danne grundlaget for din evidens senere. Dette inkluderer også at indetificere hvilke data der skal indsamles og hvilke skridt der skal følges i laboratoriet. I nogle tilfælde vil, en fuldstændig eller delvis procedure være indkluderet i vejledningen til undersøgelsen. I de fleste tilfælde skal du dog udlede dele af eller hele proceduren sammen med din laboratoriegruppe. Uanset om proceduren er givet eller du skal lave den, skal du studere den nøje forud for det praktiske arbejde. Du er også nødt til at fremstille et system til at nedfælde observationer og målinger fra undersøgelsen - fx en tabel eller et skema enten på papir eller i excel.

A.3 Lav forudsigelser

I langt de fleste undersøgelser, bør du prøve at forudsige hvad du forventer der sker når du indsamler evidens. Disse forudsigelser skal være baseret på dine egne erfaringer og vil på ingen måde blive vurderet for deres korrekthed, men du kan med fordel reflektere over dem efter at have gennemført det praktiske arbejde - passer din forståelse med det eksperimentet viser?

A.4 Indsamling af empiri

Hjørnestenen i enhver undersøgelse er indsamlingen af empiri som danner grundlaget for den evidens som senere skal underbygge dine påstande. Når du indsamler empiri skal du være opmærksom på at få alle tal noteret korrekt i det skema/den tabel du har lavet til formålet. Endvidere skal du sørge for at notere alt hvad du observerer. Dette kan indeholde retninger, skridt foretaget i undersøgelsen, eller en guide til indsamling af empiri og øvrige observationer.

A.5 Analyse af empiri

Den indsamlede empiri vil i de fleste tilfælde kræve at du foretager yderligere behandling af data før du kan svare på dit oprindelige spørgsmål fra afsnit [A.1 på forrige side](#). Inden du går i krig med din empiri bør du kigge på dine data og se om der er noget som springer i øjnene fx punkter som afviger klart fra de øvrige eller generelle tendenser som fremstår klart fra den indsamlede empiri. Herefter bør du foretage de nødvendige beregninger eller en grafisk analyse af den indsamlede empiri. Her vil det være fint at vise et regne eksempel med et eller to datapunkter. Resultatet af din analyse er den evidens som skal underbygge de påstande du har fremhævet baseret på den indsamlede empiri.

A.6 Fortolkning af evidens

Når du har analyseret din empiri, og nu har noget evidens, bør du altid spørge dig selv, “Hvad betyder denne evidens?” For at kunne besvare dette spørgsmål, er du nødt til at foreslå forklaringer/påstande på de videnskabelige fænomener. Spørgsmål i dette afsnit er designet for at hjælpe dig med at tænke over de konsekvenser som evidensen medfører og at rette eller korrigere denne til et meningsfuldt formål med undersøgelsen.

A.7 Fremstilling af påstande

Når du er i mål med en analyse og en fortolkning af din empiri, og du har fremsat et svar på dit indledende spørgsmål. Bør du omformulere dette til en videnskabelig påstand. En sådan påstand skal altid kunne underbygges med evidensen fra undersøgelsen. Når du har fremstillet påstande bør du kigge i litteraturen for at underbygge dem med andres viden.

A.8 Reflektion over undersøgelsen

Den afsluttende opgave i de fleste undersøgelser er at reflektere over hvad der blev gjort, overvej hvordan din forståelse har udviklet sig, og anvend din nye viden på andre lignende situationer.

A.9 Noter

Det er mit håb at denne manual vil kunne hjælpe dig i forarbejdet til dit skriftlige arbejde med undersøgelser, og at den ligeledes vil hjælpe dig til at blive en bedre videnskabsmand. Denne instruktion er sammensat af viden fra ([Greenbowe & Hand, 2005](#); [Hand et al., 2004](#); [Krogh & Andersen, 2016](#))