

Lærebøker i fysikk etter Kunnskapsløftet – en analyse av lærebøkernes tekstlige behandling av nye temaer i fysikk i videregående skole.

Hanne Øien Halsan



Masteroppgave i fysikkdidaktikk

Fysisk Institutt

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

3. august 2009

Forord

Denne masteroppgaven er gjennomført ved Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, UiO. Ideen om å skrive en oppgave om lærebøker i fysikk kom som et resultat av et ønske om en dag å jobbe for et forlag eller å skrive bøker selv.

Jeg vil rette en stor takk til mine to veiledere, Ellen Karoline Henriksen og Carl Angell, for at de hadde tro på at dette kunne bli et godt prosjekt, mange gode samtaler og god konstruktiv veiledning underveis.

Videre vil jeg takke forfatterne Reidun Renstrøm og Arne Auen Grimenes fra Rom Stoff Tid og Cathrine Wahlstrøm Tellefsen og Jan Pålsgård fra Ergo for at de stilte opp på intervju, og på den måten bidro til et godt datamateriale for oppgaven.

Jeg vil også takke alle fysikklærerne som svarte på spørreundersøkelsen vi sendte ut i forbindelse med oppgaven.

Doris Jorde ved Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling(ILS) fortjener også en stor takk. I kurset RDID4030 fikk vi hver vår artikkel som skulle presenteres, og jeg fikk artikkelen ”Developing the concepts of curriculum emphases in science education” av Roberts(1982). Denne artikkelen og det analyseverket den beskriver, utgjør rammeveket for tekstanalysen i denne oppgaven.

Jeg vil også takke Kristina Raen, Karl-Robert Rønning, Jørgen Sjaastad og Øystein Guttersrud for at de har gjort kontoret til et hyggelig sted å komme til.

Takk til familien min for positive innspill og inspirerende ord underveis. Mamma fortjener en spesiell takk. Hun har vært en fantastisk hjelp i den siste og avgjørende fasen av arbeidet, og har bidratt med korrekturlesing og ubetalelig Word-hjelp.

En spesiell takk også til min samboer Tor, som har vært en stor støtte hele veien og særlig de siste ukene.

Oslo, juli 2009

Hanne Øien Halsan

Innholdsfortegnelse

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	5
SAMMENDRAG	8
1 INNLEDNING	10
1.1 UTGANGSPUNKT.....	10
1.1.1 Kunnskapsløftet K06.....	10
1.2 FORSKNINGSSPØRSMÅL.....	11
1.2.1 Begrunnelse.....	11
1.2.2 Presisering.....	12
1.2.3 Avgrensning.....	12
2 BAKGRUNN OG TEORI	14
2.1 FYSIKKDIDAKTIKK.....	14
2.2 FYSIKK I NORSK SKOLE.....	14
2.2.1 Fysikkfaget i Norge.....	14
2.2.2 Hvorfor fysikk?.....	14
2.2.3 Fysikklæreplaner i Norge gjennom historien.....	15
2.3 IMPLEMENTERING AV NY LÆREPLAN I FYSIKK.....	17
2.4 TIDLIGERE FORSKNING.....	18
2.4.1 Valg av lærebok.....	18
2.4.2 Innholdet i lærebøker.....	19
2.4.3 Lærebokens rolle i skolen.....	20
2.4.4 Læreplanteori.....	20
2.5 RAMMEVERK.....	21
2.5.1 Studieforbereidelse vs. allmenndannelse – en pågående debatt.....	21
2.5.2 "curriculum emphases".....	22
3 METODE	27
3.1 KVANTITATIV OG KVALITATIV METODE.....	27
3.2 TEKSTANALYSE.....	28
3.2.1 Definerings av data for tekstanalysen.....	28
3.2.2 Kvantitativ tekstanalyse.....	29
3.2.3 Tekstgjennomgang og analyse ved hjelp av Roberts kategorier.....	37
3.2.4 Evaluering av tekstanalysen.....	38
3.3 SPØRREUNDERSØKELSE.....	40
3.3.1 Spørreskjema som metode – begrunnelse.....	40
3.3.2 "Implementering av ny læreplan i fysikk" – utforming av spørreskjema.....	41

3.3.3	<i>Spørsmål og svaralternativer</i>	41
3.3.4	<i>Gjennomføring av spørreundersøkelsen</i>	43
3.3.5	<i>Koding og analyse av data fra spørreskjema</i>	43
3.3.6	<i>Reliabilitet og validitet</i>	44
3.4	INTERVJU	45
3.4.1	<i>Intervju som metode – begrunnelse</i>	45
3.4.2	<i>Semi-strukturert "gruppeintervju" med intervjuguide</i>	45
3.4.3	<i>Utforming av intervjuguide</i>	46
3.4.4	<i>Gjennomføring av intervjuene</i>	47
3.4.5	<i>Analyse av data fra intervju og utvelgelse av sitater</i>	47
3.4.6	<i>Bruk av sitater</i>	48
3.4.7	<i>Evaluering av valg av forfattere og intervjusituasjon</i>	49
3.4.8	<i>Reliabilitet og validitet i transkripsjonen av intervjuene</i>	50
4	RESULTATER	51
4.1	EN KORT ANALYSE AV KUNNSKAPSLØFTETS FEM HOVEDOMRÅDER	51
4.2	GENERELL KARAKTERISTIKK AV LÆREBØKENE OG BEHANDLINGEN AV DE NYE TEMAENE SPESIELT	58
4.2.1	<i>Ergo Fysikk 1</i>	58
4.2.2	<i>Ergo Fysikk 2</i>	62
4.2.3	<i>Rom Stoff Tid(RST) Fysikk 1</i>	66
4.2.4	<i>Rom Stoff Tid(RST) Fysikk 2</i>	70
4.2.5	<i>De nye temaene i læreplanen for fysikk</i>	73
4.2.6	<i>Noen sammenlikninger</i>	75
4.3	LÆREBØKENE I LYS AV ROBERTS	79
4.4	SPØRREUNDERSØKELSE TIL FYSIKKLÆRERE	86
4.4.1	<i>Bakgrunnsdata</i>	86
4.4.2	<i>Læreverk i skolen</i>	88
4.5	INTERVJU MED LÆREBOKFORFATTERE	91
4.5.1	<i>Læreplanen</i>	91
4.5.2	<i>Utfordrende temaer</i>	93
4.5.3	<i>Forskjellene</i>	95
4.6	HOVEDFUNN	99
5	DISKUSJON	100
5.1	KVANTITATIVE FUNN I BØKENE	100
5.1.1	<i>Omfang og antall kapitler</i>	100
5.1.2	<i>Oppgaver</i>	101
5.1.3	<i>Likninger og formler</i>	101
5.1.4	<i>Eksempler</i>	102
5.2	KUNNSKAPSLØFTETS SKILLE MELLOM KVALITATIVE OG KVANTITATIVE TEMAER	103
5.3	DE NYE TEMAENE I KUNNSKAPSLØFTET	104

5.3.1	<i>Tekstlig framstilling generelt</i>	104
5.3.2	<i>Tekstlige trekk i behandlingen av nye temaer i moderne fysikk</i>	105
5.3.3	<i>Lærebøkene behandling av temaer knyttet til "Naturvitenskapen fysikk"</i>	106
5.3.4	<i>Behandling av temaer innen teknologi</i>	106
5.3.5	<i>Lærebøkene behandling av lyd</i>	106
5.3.6	<i>"Korrekte forklaringer" og Solid grunnlag" – en vurdering av kategoriene</i>	107
5.4	FYSIKK I LÆREBØKENE	108
5.4.1	<i>Fysikkfagets egenart</i>	108
5.4.2	<i>Strukturering av fysikk i lærebøkene</i>	109
5.4.3	<i>Kapittelintroduksjoner – filosofi vs. hverdagsfenomener</i>	110
5.5	VALG AV LÆREBOK	111
5.5.1	<i>Lærernes prioriteringer</i>	111
5.5.2	<i>Hvordan kan denne oppgaven bidra i et lærebokvalg?</i>	112
6	KONKLUSJON	113
6.1	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	114
	LITTERATUR	115
APPENDIKS 1	SPØRRESKJEMA TIL FYSIKKLÆRERE	119
APPENDIKS 2	BREV TIL REKTOR	121
APPENDIKS 3	PURREBREV SPØRRESKJEMA	123
APPENDIKS 4	KODER SPØRRESKJEMA	124
APPENDIKS 5	INTERVJUGUIDE ERGO	125
APPENDIKS 6	INTERVJUGUIDE RST	129

Sammendrag

I 2006 fikk vi en ny skolereform i Norge, Kunnskapsløftet. I motsetning til tidligere skolereformer, har Kunnskapsløftet gjennomgående læreplaner. Det vil si at den strekker seg fra 1. klasse i grunnskolen til 3. klasse(Vg3) på videregående skole. Med denne nye læreplanen kom store endringer i skolens struktur og innhold, og dette gjelder også for fysikkfaget. Endringene førte til at lærebøkene måtte redigeres, og det er de nye lærebøkene etter Kunnskapsløftet som er utgangspunktet for denne oppgaven, som er en del av prosjektet ”Implementering av ny læreplan” ved Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, UiO(Angell and Henriksen 2008).

I Norge har vi i dag to forlag som utgir fysikklærebøker, Cappelen og Aschehoug. Cappelens fysikklæreverk heter ”Rom Stoff Tid”(RST), mens Aschehoug har læreverket ”Ergo”. Oppgaven tar for seg disse verkene, for både Fysikk 1 og Fysikk 2. Det vil si at det er 4 lærebøker som utgjør datagrunnlaget for den tekstlige analysen som er gjennomført.

Hovedproblemstillingen for denne oppgaven har vært:

”Hvordan behandles nye temaer i læreplanen for fysikk i de nye lærebøkene?”

Opgaven er videre delt inn i tre delproblemstillinger:

- 1. Hvordan er den tekstlige framstillingen av de nye temaene i læreplanen for fysikk i lærebøkene?*
- 2. Hvilke vurderinger ligger til grunn for lærebokforfatterens valg av blant annet vinkling, stoffutvalg og kapittelinndeling? I hvilken grad har de overordnede ideene i den nye læreplanen vært et tema i skriveprosessen?*
- 3. Hva mener lærere det er viktig å vektlegge ved valg av læreverket?*

Tekstanalyse har vært hovedmetode i oppgaven, men også intervju og spørreundersøkelse har vært benyttet.

I den tekstlige analysen er Roberts(1982) ”curriculum emphases” brukt som rammeverk. Dette rammeverket består av sju kategorier, som hver på sin måte besvarer spørsmålet ”hvorfør skal jeg lære dette?”.

Det viser seg at for de nye temaene i læreplanen, står kategoriene ”naturvitenskapens egenart” og ”korrekte forklaringer” sentralt i både Ergos og RSTs tekstlige framstilling. Bøkene skiller seg fra hverandre ved at Ergo også har stor tyngde innenfor kategorien ”hverdagsmestring”,

mens RST har tyngde innenfor kategorien ”historisk filosofisk utvikling”. Lærebøkene søker altså å besvare spørsmålet ”hvorfør skal jeg lære dette?” på to forskjellige måter.

Videre avdekket den tekstlige analysen forskjeller i plasseringen av temaer innen fysikk og i tolkningen av flere kompetansemål i læreplanen. Hvordan bøkene inviterer elevene inn i fysikken skiller også bøkene fra hverandre. RST løfter fysikken opp på et filosofisk plan og inviterer eleven inn i fysikken med vide problemstillinger og eksistensielle spørsmål. Ergo på sin side trekker fysikken ned på jorda og inn i hverdagen, for på den måten å knytte fysikken direkte til elevens virkelighetsverden.

Gjennom intervjuene med lærebokforfattere har jeg fått svar på blant annet oppfatning av læreplanen, utfordrende kompetansemål og temaer og hvorfor konkrete valg i lærebøkene er gjort. Dette bidrar til et bredere datagrunnlag, og til en underbyggelse av noen av de forskjellene jeg har funnet mellom bøkene.

I tillegg er det gått ut en spørreundersøkelse til fysikklærere i Norge, for å finne ut hva de mener er viktig å vektlegge ved valg av lærebok i fysikk. Denne undersøkelsen viser at faglig nivå og tekstlig framstilling er to av kriteriene lærere vektlegger absolutt høyest ved valg av lærebok.

1 Innledning

Lærebøker er, og har alltid vært det viktigste hjelpemiddelet i min skolehverdag, både som elev i grunnskole og videregående skole, og senere som fysikkstudent ved Universitetet i Oslo. Jeg er nok tradisjonell på den måten. Uansett hva annet som er tilgjengelig av forelesningsnotater, nettressurser og andre hjelpemidler, er det alltid læreboka jeg til syvende og sist setter min lit til. På en måte kan det virke naivt å tro at en lærebok alltid har rett, særlig i et fag som fysikk som er i kontinuerlig utvikling, men for meg er det helt naturlig. Og jeg er ikke alene. En rekke undersøkelser gir uttrykk for at lærere i høy grad bruker læreboka i sin planlegging og gjennomføring av undervisning og at elever også i stor grad bruker læreboka som kunnskapskilde og repetisjonsredskap (Nelson 2006), selv om vi i dag har lett tilgang til mange andre kunnskapskanaler.

1.1 *Utgangspunkt*

I det norske skolesystemet ser vi stadig endringer. Endringene kommer ofte med regjeringsskifte, som konsekvens av nasjonale og internasjonale tester, eller etter lange debatter om den norske skoles generelle forfatning. Hvis vi ser på skolereformhistorien, ser vi at det kommer nye skolereformer med jevne mellomrom. Endringene er ikke alltid så store, men noe korrigeres, noen temaer legges til mens andre trekkes ut, noe omstruktureres og noe presiseres. Når læreplanen, som nå anses som styringsdokumentet i norsk skole, endres eller erstattes, innebærer det at hjelpemidler må oppdateres slik at de er i overensstemmelse med den til enhver tid gjeldende planen.

1.1.1 **Kunnskapsløftet K06**

I august 2006 trådte den til nå nyeste læreplanen for grunnskole og videregående opplæring i Norge, Kunnskapsløftet (K06), i kraft.

Reformen innebærer en rekke endringer i skolens innhold og struktur fra første trinn i grunnskolen til siste trinn i videregående opplæring. Målet for Kunnskapsløftet er at alle elever skal utvikle grunnleggende ferdigheter og kompetanse for å kunne ta aktivt del i kunnskapssamfunnet (Utdanningsdirektoratet 2007).

Kunnskapsløftet har ført til at fysikkfaget har gjennomgått forandringer både i struktur og innhold:

- De gamle studieretningsfagene i fysikk i videregående skole, 2FY og 3FY, ble i K06 erstattet av programfagene Fysikk 1 og Fysikk 2. Fysikk 1 ble undervist første gang skoleåret 2007/08, mens Fysikk 2 undervises første gang skoleåret 2008/09.
- Fysikkfaget ble delt inn i fem hovedområder; ”klassisk fysikk”, ”moderne fysikk”, ”å beskrive naturen med matematikk”, ”fysikk og teknologi” og ”den unge forskeren”. Hvert hovedområde inneholder kompetansemål som formulerer sluttkompetansen eleven skal sitte igjen med.
- Mange av kompetansemålene er knyttet til nytt innhold i fysikkfaget. For eksempel er det økt fokus på matematikk som verktøy i fysikk og økt fokus på teknologiske anvendelser av fysikk. I tillegg er generell relativitetsteori og sammenfildrede fotoner introdusert i den moderne fysikken.

Endringene har ført til oppdatering og omskriving av lærebøkene, og disse nye lærebøkene er utgangspunktet for min masteroppgave. Oppgaven inngår som et delprosjekt i forskningsprosjektet ”Implementering av ny læreplan i fysikk” ved Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, UiO(Angell and Henriksen 2008).

1.2 Forskningsspørsmål

Hovedproblemstillingen i denne masteroppgaven er:

Hvordan behandles nye temaer i læreplanen for fysikk(Kunnskapsløftet) i de nye lærebøkene?

1.2.1 Begrunnelse

Tidligere hadde vi her til lands en offentlig godkjenningsordning av lærebøker. Det innebar en offentlig styring av innhold og form på lærebøkene. Denne ble fjernet i juni 2000 og det var flere grunner til det. For det første var det et politisk ønske om å øke foreldres og elevers innflytelse på valg og bruk av lærebøker i skolen. Videre la departementet vekt på at læreplanen skulle være det viktigste politiske styringsverktøyet for innholdet i norsk skole. I stedet for styring gjennom et sentralt organ, skulle lærebøkens innhold og språklige fremstilling sikres gjennom et samarbeid mellom forlag og forfattere(Bratholm 2001)

Kunnskapsløftet fra 2006 er den første gjennomgående skolereformen siden godkjenningsordningen ble opphevet, noe som medfører spennende problemstillinger for forlag og lærebokforfattere. Læreplanen skal nå være styrende for faginnholdet, mens lærebøkene står friere i sin formidling av stoffet.

Ettersom lærebøkene nå står utenfor offentlig godkjenning, stilles det større krav til de som skal velge lærebok til bruk i skolen. I stor grad er dette lærere og til en viss grad elever. I fysikk står valget i dag mellom to læreverk, "Ergo" fra Aschehoug forlag(Callin, Pålsgård et al. 2007; Callin, Pålsgård et al. 2008) og "Rom Stoff Tid"(RST) fra Cappelen forlag(Jerstad, Sletbak et al. 2007; Jerstad, Sletbak et al. 2008).

I all hovedsak vil denne masteroppgaven ta for seg lærebøkene, og den tekstlige framstillingen i disse. I tillegg har jeg ønsket å finne ut litt om de vurderinger og prioriteringer som er gjort av forfattere i skriveprosessen og litt om hva lærere mener er viktig å vektlegge ved valg av lærebøker.

1.2.2 Presisering

For å gjøre problemstillingen litt lettere å tilnærme seg, har jeg delt den opp i tre delspørsmål:

1. Hvordan er den tekstlige framstillingen av de nye temaene i læreplanen for fysikk i lærebøkene?
2. Hvilke vurderinger ligger til grunn for lærebokforfatterens valg av blant annet vinkling, stoffutvalg og kapittelinndeling? I hvilken grad har de overordnede ideene i den nye læreplanen vært et tema i denne prosessen?
3. Hva mener lærere det er viktig å vektlegge ved valg av læreverk?

For å undersøke disse spørsmålene har jeg benyttet meg av tre ulike forskningsmetoder: tekstanalyse, intervju og spørreundersøkelse.

1.2.3 Avgrensning

Lærebokanalysen, som er hovedbestanddelen av denne oppgaven, vil ta for seg bøkene generelt og de nye temaene spesielt. Dette innebærer at i bøkene for Fysikk 1 vil følgende kompetansemål stå særlig sentralt(Utdanningsdirektoratet 2006a):

- Gjøre rede for og drøfte sentrale trekk ved vitenskapelig metode i fysikk.
- Gi eksempler på noen alternative forklaringsmodeller som ikke er forenlige med fysikkens forklaringer, og som heller ikke baserer seg på vitenskapelig metodikk.
- Gjøre rede for hvordan forskeres holdninger, forventninger og erfaringer kan påvirke forskningen.
- Gjøre rede for forskjellen mellom ledere, halvledere og isolatorer ut fra dagens atommodell, og forklare doping av halvleder.

- Sammenligne oppbygningen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem.
- Gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video.
- Gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger.

I Fysikk 2 vil disse kompetansemålene være sentrale(Utdanningsdirektoratet 2006a):

- (...)gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien.
- Gjøre rede for Heisenbergs uskarphetsrelasjoner, beskrive fenomenet sammenfildrede fotoner og gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av dem.
- Drøfte hvordan ulike fysiske teorier kan eksistere ved siden av hverandre, til tross for at de kan være motstridende.
- Gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom, og gi eksempel på en vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, og gjøre rede for hvorfor den ikke er avklart.
- Beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydabildning og magnetisk resonansabildning.
- Gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd.

I tillegg til de nevnte kompetansemålene, vil bruk av matematikk som hjelpemiddel i fysikk være sentralt på begge trinnene. Matematikk er et element som inngår i de aller fleste temaene i fysikkfaget, og det er vanskelig å behandle dette som et eget punkt, ettersom det ville blitt for omfattende for denne oppgaven.

Det som heller har vært fokus, er hvorvidt teksten framstår kvalitativ eller kvantitativ. Slike overordnede tendenser og hovedlinjer i bøkene vil være en del av analysen

2 Bakgrunn og teori

2.1 Fysikkdidaktikk

Pedagogikk og didaktikk er begreper som står sentralt i diskusjoner om skole og undervisning. Didaktikk kan defineres som undervisningens hva, hvordan, hvorfor og for hvem (Sjøberg 2005). Dette innebærer ikke bare et fokus på innhold i et fag og undervisningsmetoder, men også fokus på hvem faget er til for og begrunnelser for fagets eksistens. Det handler altså også om et fags historie, egenart og posisjon i samfunnet. Fysikkdidaktikk kan vi kalle skjæringspunktet der pedagogikk, fysikk og vitenskapsteori møtes.

2.2 Fysikk i norsk skole

2.2.1 Fysikkfaget i Norge

Fysikkfaget i skolen blir sett på som vanskelig og krevende (Osborne and Collins 2000; Angell, Henriksen et al. 2003; Carlone 2003) og fysikk i norsk skole har tradisjonelt vært et fag for de flinke og tiltrukket seg en liten men eksklusiv gruppe elever. FUN-undersøkelsen, "Fysikk Undervisning i Norge" (Angell, Guttersrud et al. 2003; Angell, Henriksen et al. 2003), viste at de elevene som velger fysikk er fornøyd med faget og lærerne og at lærerne også er fornøyd både med elevene og faget de underviser i. Resultatene fra undersøkelsen førte til at Angell et al. karakteriserte skolefysikken i Norge som et "lukket system". Problemet er altså ikke at de som velger fysikk er misfornøyd med faget, men at rekrutteringen til faget er for liten i forhold til det behovet som melder seg til framtidig arbeidskraft med realfaglig utdanning (Utdannings- og 2005). Utfordringen ligger derfor, ifølge Angell et al., i hvordan fysikkfaget kan utvikles slik at det tiltrekker en bredere gruppe elever.

2.2.2 Hvorfor fysikk?

Man kan si at det er to perspektiver som brukes for å begrunne ulike fag i skolen, nytteperspektivet og dannelsesperspektivet. Argumentene kan, innenfor disse to perspektivene, kategoriseres i fire punkter, økonomiargumentet, nytteargumentet, demokratiargumentet og kulturargumentet, hvor de to første tilhører nytteperspektivet, mens de to siste tilhører dannelsesperspektivet (Sjøberg 2005).

I begrunnelsen for hvorfor fysikk bør være et skolefag, utgjør disse fire punktene fire ulike argumenter (Sjøberg 1999):

1. Økonomi: Fysikk som lønnsom forberedelse til yrke og utdanning i et høyteknologisk og vitenskapsbasert samfunn.
2. Nytte: Fysikk for praktisk mestring av dagliglivet i et moderne samfunn.
3. Demokrati: Fysikk som viktig kunnskap for informert meningsdannelse og ansvarlig deltaking i demokratiet.
4. Kultur: Fysikk som en viktig del av menneskets kultur.

I begrunnelsen av dagens fysikkfag i Norge står nok økonomi- og demokratiargumentet sterkest, selv om faget i Kunnskapsløftet også har fått klare innslag av både teknologiske anvendelser og vitenskapshistorie.

2.2.3 Fysikklæreplaner i Norge gjennom historien

Som nevnt tidligere, har vi med jevne mellomrom fått nye læreplaner i norsk skole. Vi kan gå tilbake så langt som til 1885 og fra læreplanen som da eksisterte i fysikkfaget, ”Undervisningsplan for Middelskolerne og Gymnasierne vedtaget den 1ste Marts 1885”, har det gått slag i slag. Vi fikk nye reformer i 1899, 1911, 1919, 1935, 1964, 1976, 1982, 1989, 1994 og nå senest Kunnskapsløftet i 2006. Ut i fra antall reformer kan man kanskje tro at skolefysikken har gjennomgått mange store endringer, men det er ikke tilfellet. Vi kan dele skolefysikkens historie, fram til Kunnskapsløftet, inn i to hovedperioder, 1899-1976 og 1976-1996. I rapporten ”Fysikk for fremtiden” kaller Olsen et al. disse periodene for henholdsvis ”Fysikk som verkstedsfag” og ”Vitenskapsfaget befestes”. Kunnskapsløftet representerer en ny retning innenfor skolefysikken, og vi kan si at vi nå er på vei inn i en tredje hovedperiode.

I perioden 1899-1976 er hovedprinsippene i læreplanen de samme. Perspektivet på faget som disse planene representerer, er at sanseerfaringer og annen empiri er gullstandarden som fysikkfaget har etablert (Olsen and Guldaahl 2004). Det er viktig å understreke at læreplanen i denne perioden ikke hadde den samme styrende funksjon som den har i dag. Selv om læreplanene var stabile, er det grunn til å tro at det skjedde endringer i fysikkfaget i perioden ved at lærebøkene, skolen og samfunnet for øvrig utviklet seg.

Dersom man studerer fysikkfaget kun ut fra læreplanene, er det med planen fra 1976 at faget endret karakter vesentlig. Vitenskapsfaget fysikk ble da omgjort til et skolefag for 17-18 åringer. En ytre årsak til at det kom store endringer i fysikkfaget, var de store reformprosjektene i USA og England som ble utløst av ”Sputnik-sjokket”. I tillegg er det grunn til å tro at planen fra 1976 var en oppjustering, slik at læreplanen stemte bedre overens med allerede gjeldende praksis i norsk skole. Fysikkfaget ble modernisert og temaer som kjerne- og kvantefysikk kom inn i læreplanen.

Læreplanen fra 1982 var en videreføring av den forrige planen, men fysikkfaget ble modernisert ytterligere ved at temaer som astrofysikk, elementærpartikkelfysikk og kvantefysikk ble tatt med. Videre ble klassiske temaer som statikk, termofysikk og optikk redusert. Det ble også vektlagt at 2FY skulle være et kvalitativt fag, mens 3FY skulle legge større vekt på matematiske formuleringer og være mer studieforberedende. Den siste reformen, før Kunnskapsløftet, var Reform94. Denne planen innførte en ny retorikk i læreplanen. Målformuleringene i læreplanen skulle i prinsippet både angi hva elevene skulle kunne og på hvilket taksonomisk¹ nivå elevene skulle beherske ulike temaer(Olsen and Guldahl 2004).

Kunnskapsløftet(K06) fra 2006 skiller seg fra tidligere læreplaner på flere områder. For det første er det store endringer i det faglige innholder fra forrige læreplan. Termofysikken er så og si fjernet, mens nye temaer innen moderne fysikk er kommet inn. Dette er temaer som tidligere ikke har vært berørt i skolefysikken. Kunnskapsløftets formuleringer skiller seg også klart fra tidligere læreplaner. Det er ikke lenger listet opp klare faglige mål. K06 bruker i stedet kompetansemål. Dette er mål som formulerer sluttkompetansen elevene skal ha når de er ferdig med faget. I tillegg står grunnleggende ferdigheter sterkt i den nye læreplanen i alle fag. Dette er en presisering av de ulike fags ansvar for at elever tilegner seg basisferdigheter som gode skriftlige og muntlige presentasjonsevner. Tidligere ble ofte disse basisferdighetene overlatt til språkfagene, men K06 poengterer at dette er et felles ansvar for alle skolefag, også fysikk.

Dersom vi ser på læreplanhistorien for fysikkfaget i Norge, kan vi trekke ut noen hovedlinjer(Olsen and Guldahl 2004):

- Synet på og funksjonen til fysikkfaget har endret seg som en følge av endringer i samfunnet for øvrig, og som et resultat av at den videregående utdanningen i Norge har endret funksjon; fra å være utdanning for de få til å bli utdanning for alle.
- Fysikkfagets karakter har endret seg, fra å være et fag med fokus på relevant teknologi i samfunnet, til å bli et fag som skal representere fysikk som fagdisiplin og vitenskap. Med Kunnskapsløftet har teknologi og teknologiske anvendelser igjen fått stor plass i fysikkfaget.
- Formuleringene i læreplanen har endret seg fra konkrete målformuleringer til i dag å uttrykke sluttkompetanse i faget.

¹ Taksonomi: klassifisering, systematisering(Gundersen, D. and B. Berulfsen (2008). Fremmedord blå ordbok. Oslo, Kunnskapsforl.)

2.3 Implementering av ny læreplan i fysikk

Med utgangspunkt i innføringen av Kunnskapsløftet(K06), ble det høsten 2007 satt i gang et forskningsprosjekt ved Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo.

”Hovedproblemstillingen i prosjektet handler om hvordan de nye læreplanelementene blir implementert i fysikkfaget i videregående skole, og hvordan de blir mottatt av fysikklærere og fysikkelever”(Angell and Henriksen 2009).

Prosjektet er delt inn i 4 delprosjekter, og min masteroppgave dekker delprosjektet som omhandler lærebøkene. De andre delene er(Angell and Henriksen 2008):

- Lærere:

Noen av spørsmålene prosjektet ønsker å besvare, gjennom blant annet data samlet inn ved hjelp av spørreskjema og fokusgruppeintervjuer er: ”Hva er norske fysikklæreres syn på endringene som ble foretatt i læreplanen for fysikk i Kunnskapsløftet?”, ”Hvordan er lærernes faglige og didaktiske bakgrunn for å gi god undervisning i de nye temaene, og hvilke behov ser lærerne for etterutdanning, lærerveiledninger, ressurser for elever osv.?” og ”Hva er lærernes erfaringer med de nye elementene i læreplanen etter første gangs undervisning etter ny plan?”.

- Moderne fysikk:

Implementering av hovedområdet ”Moderne fysikk” undersøkes gjennom en Ph.D-avhandling i fysikkdidaktikk utført av Reidun Renstrøm. Renstrøm er tilknyttet Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt (UiO) og Universitetet i Agder, og arbeider med prosjektet i perioden 2007-2010.

Spørsmål som ønskes besvart i dette delmålet er blant annet: ”I hvilken grad oppnår elevene forståelse av den moderne fysikkens grunnelementer?”, ”Hvordan utvikles elevenes forståelse av sentrale begreper i moderne fysikk?” og ”Vil undervisning i den moderne fysikkens historie og vektlegging av de erkjennelsesmessige konsekvensene av moderne fysikk gjøre det lettere å bryte med de klassiske forestillingene om naturen?”.

- Eventuelt:

Dette delprosjektet prioriteres ikke i første omgang, men kan startes opp hvis det melder seg masterstudenter som vil knytte seg til prosjektet. En aktuell problemstilling vil da være å undersøke i dybden ett av de nye elementene i læreplanen (på lignende måte som i moderne fysikk). Det kan for eksempel være matematisk modellering, medisinske avbildningsteknikker eller halvlederteknologi.

Prosjektet er nå godt i gang, og noen foreløpige funn er presentert i et arbeidsdokument på nettet; <http://www.fys.uio.no/skolelab/Laereplanprosjektet/arbeidsdokument.pdf> (Angell and Henriksen 2009).

2.4 Tidligere forskning

I en analyse som angår lærebøker og læreplaner kan mange aspekter studeres. I det følgende presenteres noe forskning som er gjort innenfor valg av lærebøker, lærebøkers innhold og lærebokens rolle i skolen. I tillegg presenterer jeg noe forskning knyttet til læreplanteori.

2.4.1 Valg av lærebok

Det er generelt lite forskning på hvordan læremidler velges (Skjelbred 2003).

I 1976-1978 ble det gjennomført et lærebokprosjekt ved Oppland Distriktshøgskole (Ålvik 1978). Prosjektet kartla hvordan lærere på ungdomsskolen valgte lærebøker. Undersøkelsen avdekket usikkerhet knyttet til hvem som valgte lærebøker, og at bøkernes utforming og utseende ble ansett som viktigere enn språk og innhold.

En undersøkelse av valg av naturfaglærebøker ved seks videregående skoler i Oslo og Akershus (Aaneby 1991) viste at lærerne mente at godkjenningsordningen utgjorde en garanti for kvaliteten på lærebøkene. I denne undersøkelsen ble pris og gjenbruksverdi, bruk av illustrasjoner og forfatterens faglige bakgrunn ansett som viktig, mens den språklige framstillingen i bøkene ble lite vektlagt i lærernes vurdering.

I Sverige er det gjennomført en studie av lærernes valg og anvendelse av læremidler i det svenske gymnasiet (Juhlin Svensson 2000). Denne studien viser at ingen skoler bruker utvalgsinstrumenter ved valg av lærebøker. Undersøkelsen viser også at lærebokvalg skjer i samarbeid mellom lærere som underviser de samme emnene.

Ved Høgskolen i Vestfold er det gjennomført studier av valg og vurdering av lærebøker (Bueie 2002; Skjelbred 2003; Skjelbred and Aamotsbakken 2003). Bueie(2002) presenterer en undersøkelse av valg av lærebøker for norskfaget i den videregående skolen. Hovedfokuset i denne undersøkelsen er blant annet hvilken kompetanse lærere har når det gjelder vurdering av lærebøker og hvilke kriterier som vektlegges ved valg. Lærerne ble i denne undersøkelsen bedt om å vurdere hele 44 kriterier ved valg av lærebok. Resultatene viser at lærerne vurderer sin egen kompetanse i å vurdere lærebøker som god eller svært god. Når det gjelder kriterier ved valg av lærebok kommer kriterier som at opplysningene i boka er korrekte og språklig kvalitet høyt opp. Pris og plass til notater i margin ble ikke tillagt stor vekt.

Rapporten ”Valg, vurdering og kvalitetsutvikling av lærebøker og andre hjelpemidler” (Skjelbred 2003) er en sammenfatning av resultater fra prosjektet med samme navn. Dette prosjektet ble gjennomført etter mandat fra Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet, og besto av fire hovedområder. ”Valg av læremidler” var ett av disse hovedområdene. Bueie(2002) er en del av dette prosjektet.

2.4.2 Innholdet i lærebøker

Når det gjelder innholdet i lærebøker er mange aspekter som kan undersøkes, og det er gjennomført flere studier.

Det er for eksempel gjort forskning på bruk av bilder (Bungum 2008) og innlysende og skjulte momenter knyttet til faglig innhold, metoder og naturvitenskapens egenart (Roberts 1982; Roberts and Östman 1998; Knain 1999; Knain 2001; Harkjerr 2002).

I 2002 leverte Harkjerr en hovedfagsoppgave i idéhistorie med tittelen ”Skolefysikken i saksen til Isaachsen: en studie av Isaachsens lærebøker i fysikk for realgymnaset 1903-1969”. Harkjerr gjorde en undersøkelse av hvilke emner som behandles i bøkene, hvilke retorikk som benyttes og fysikksynet som presenteres i bøkene til Isaachsen i denne perioden. Nye temaer som relativitetsteori og kvanteteori er vist spesiell interesse, og Harkjerr mener å finne tegn til at nye emner tas inn i lærebøkene like mye ut fra nytteverdi for det øvrige stoffet, som ut fra deres posisjon i fysikkksamfunnet generelt. Minst endring finner Harkjerr at skjer innen fysikksynet. Han finner at Isaachsens lærebøker står solid plantet innenfor den klassiske vitenskapsfilosofien² i hele perioden.

Bungum(2008) gjennomførte en studie av endringene i bruk av figurer i norske fysikkbøker. Figurer fra ni ulike lærebøker, fra 1943 og fram til i dag, ble undersøkt for å studere hvordan

² For utdyping av begrepet ”klassisk vitenskapsfilosofi” se Harkjerr(2002) s. 33-38

bruk av figurer, og figurene i seg selv, har endret seg de siste tiårene. Undersøkelsen viser at fysikklærebøker og figurer som brukes holder seg nokså stabile over tid. Det er likevel skjedd en endring ved at tidligere lærebøker presenterte både objekter og eksperimenter på et realistisk nivå, mens nyere lærebøker i større grad benytter seg av forenklinger og generaliserte modeller. Dette fokuset på modeller i fysikk er velkjent, og mye forskning er gjort på dette feltet (Gobert 2000; Angell, Henriksen et al. 2007; Guttersrud 2008; Nordby 2008). Harkjerr (2002) fant også at figurer endret seg fra naturtro gjengivelser av teknologi til abstrakte og skjematisk framstillinger som fokuserer på prinsippene i fysikken.

2.4.3 Lærebokens rolle i skolen

I innledningen til denne oppgaven skrev jeg at forskning viser at læreboken er det viktigste læremiddelet i skolen, både for elever og lærere.

Juhlin Svensson (2000) fant i sin undersøkelse at læreboken er det primære læremiddelet i det svenske gymnaset, og at andre læremidler hovedsakelig blir ansett som tillegg til læreboken. Juhlin Svensson problematiserer læreres kompetanse når det gjelder alternativer til den tradisjonelle læreboken. Bueies (2002) studie viste også at lærere i svært stor grad bruker læreveket i sin norskundervisning..

I en studie av lærebøker for kunst- og kulturhistorie (Støa 2001), ble lærere ved seks videregående skoler intervjuet om sitt forhold til og bruk av lærebøker. Studien viste blant annet at lærere føler de får større spillerom i undervisningen dersom læreboken inneholder komprimert faktastoff, og at lærebøkene i liten grad var styrende for undervisningen.

Nelson (2006) undersøker hvordan lærebøker brukes og hvor effektiv bruken av lærebøker er. Han finner blant annet at læreboken er svært viktig for lærere, og brukes mye i planleggingen av undervisningen. Læreboken virker ikke å være like betydningsfull for eleven, og de anvendes i varierende grad og ofte uten refleksjon. Elevenes bruk er ofte nært knyttet til forberedelse til prøver og oppgaver.

2.4.4 Læreplanteori

Læreplanteori og læreplaner i praksis er et stort forskningsfelt og mye forskning er gjort på utvikling av læreplaner (Dewey 1956; Gudem 1990) og implementering og bruk av læreplaner i lærebøker og undervisning (Goodlad 1979; Roberts 1982; Roberts and Östman 1998).

Goodlad(1979) mente at å snakke om en læreplan var naivt, og delte læreplanen inn i tre nivåer; intendert læreplan, implementert læreplan og oppnådd læreplan:

- Den intenderte læreplanen er den læreplanen vi finner i skriftlige dokumenter og planer som myndighetene utarbeider der mål, fagorganisering og omfang for undervisningen uttrykkes.
- Den implementerte læreplanen er den læreplanen vi finner for eksempel i lærebøkene og i undervisningen. Det er altså den læreplanen som formidles via klasserommet og læringsmidler.
- Den oppnådde læreplanen er elevens utbytte av undervisningen. Det er det elevene sitter igjen med etter å ha deltatt i undervisningen og etter bruk av for eksempel læreboka.

I min oppgave er det i hovedsak den implementerte læreplanen som vil stå i fokus, men den intenderte læreplanen vil også spille en rolle når jeg skal se på behandlingen av spesifikke kompetansemål i lærebøkene.

I forbindelse med denne oppgaven, er særlig arbeidet til Roberts(1982) sentralt. Roberts identifiserer og kartlegger ulike ”curriculum emphases” og deler disse inn i 7 kategorier. Disse kategoriene utgjør stammen rammeverket jeg vil bruke i min tekstanalyse. Dette er beskrevet i kapittel 2.5.2.

2.5 *Rammeverk*

2.5.1 **Studieforberedelse vs. allmenndannelse – en pågående debatt**

Fysikken i norsk skole har en bred målsetning. I Kunnskapsløftet(Utdanningsdirektoratet 2007) heter det:

”Programfaget fysikk skal på den måten bidra til at samfunnet får tilført kvalifisert arbeidskraft, og fremme innovasjon og utvikling som kan komme næringsliv og samfunn til gode. Samtidig skal opplæringen legge vekt på de allmenndannende sidene ved fysikkfaget.”

Skolefysikken skal på den ene siden være et ”hardt” realfag der evnen til presise matematiske formuleringer av fysiske problemstillinger er viktig, samtidig som det skal være et fag av kvalitativ karakter som skal gi grunnlag for naturvitenskapelig funderte meninger og deltagelse i samfunnet(Angell, Henriksen et al. 2003).

Sjøberg(2005) definerer allmenndannelse slik:

”Begrepet allmenndannelse brukes ofte for å trekke fram at vi tenker på noe som er felles og som skal nå ut til alle – ikke bare til en elite.”

Vi har å gjøre med to kryssende oppfatninger om hva som er viktig i den moderne skolefysikken: fagets studieforbereende funksjon og fagets allmenndannende funksjon.

Kunnskapsløftet har i stor grad forsøkt å skille temaer som skal behandles kvantitativt, med vitenskapelig preg og presise matematiske formuleringer, og temaer som skal behandles kvalitativt. På denne måten har man vært mer bevisst på skillet mellom det studieforbereende og det allmenndannende perspektivet i utformingen av læreplanen. Det er presisert at visse temaer skal behandles kvalitativt, og på den måten tvinges det fram en annen type framstilling av fysikk som tidligere ikke har vært vektlagt i stor grad i norsk skolefysikk.

Dette er en interessant utvikling, som kan vitne om at kreftene som er med på utforme læreplanen har begynt å forstå at skolefysikken må åpnes og gjøres mer tilgjengelig for flere, for å sikre rekruttering av fysikere i framtiden.

Nå er det ikke slik at alle temaene som skal behandles kvantitativt er rent studieforbereende, mens temaene som skal behandles kvalitativt er rent allmenndannende. Det er selvfølgelig noe overlapp. Sammenfildrede fotoner skal for eksempel behandles kvalitativt, men dette er et fenomen som for veldig mange, også innenfor fagfeltet, er vanskelig å begripe, og det kan derfor ikke sees på som en del av et allmenndannende perspektiv. På den annen side er friksjon et område som behandles matematisk, men som kan ha stor betydning i elevenes hverdag, og på den måten være allmenndannende. Man kan altså ikke se skillet mellom kvalitativ og kvantitativ tilnærming som ensbetydende med skillet mellom allmenndannende og studieforbereende syn på læring. Skolefysikken er heldigvis ikke så rigid. Det som er klart er at begge perspektivene har sikret sitt grep om skolefysikken, og i mine øyne bidrar det til å gjøre faget mer spennende og åpent for flere.

2.5.2 ”curriculum emphases”

I artikkelen ”Developing the concept of “curriculum emphases” in science education” beskriver Roberts(1982) et verktøy for analyse av blant annet læreplaner, lærebøker og undervisning. Han introduserer sju kategorier han mener står for ulike svar på spørsmålet: ”Hvorfor skal man lære dette?”. De sju kategoriene representerer hvert sitt grunnleggende syn på hva hensikten med et naturvitenskaplig fag er, det være seg naturfag, fysikk, biologi eller kjemi. I det følgende blir de sju kategoriene presentert, slik jeg vil bruke de i min analyse. Jeg

peker på hovedtrekk ved de ulike kategoriene og hvor jeg vil plassere dem i forhold til de to oppfatningene av skolefysikkens oppgave, allmenndannelse eller studieforbereende, som ble presentert i forrige avsnitt.

For å bestemme hvilken kategori man har med å gjøre, sier Roberts(1982):

”Man må se på både det som står skrevet, men også det som ikke står skrevet for å få et overblikk over hvilke budskap framstillingen har.”

1 Hverdagsmestring

Innenfor denne kategorien legges det vekt på at naturvitenskapelig kunnskap er viktig i forståelsen og kontrollen av omgivelsene våre. Det vektlegges at det er viktig å forstå naturvitenskapelige prinsipper, og at dette er et verktøy som kan brukes på individuelle og kollektive problemer i hverdagen. Elevene skal altså lære hvordan naturvitenskapelig kunnskap anvendes på problemer utenfor klasserommet.

Denne kategorien representerer det allmenndannende perspektivet. Fysikkfagets oppgave er å gi elevene forståelse og kunnskap til å bli fullverdige deltagere i sin egen hverdag, samt å mestre de utfordringene de møter. Eksempler på denne kategorien kan være beskrivelsen av virkemåten til en varmepumpe, eller en gjennomgang av hva man skal se etter og være oppmerksom på når man leser såkalte vitenskapelige artikler og reklamer.

2 Naturvitenskapens egenart

I denne kategorien legges det vekt på å forstå hvordan naturvitenskapen fungerer gjennom sin egen vekst og utvikling. Det legges vekt på naturvitenskapens krav til teorier og beviser, falsifisering og utviklingen av ny kunnskap. Et eksempel på formidling av denne kategorien er for eksempel hvordan verdenssynet utviklet seg fra det geosentriske verdensbildet til det heliosentriske, og prosessene som bidro til denne utviklingen.

Denne kategorien er kanskje den av de sju som er vanskeligst å plassere innen et rent studiespesialiserende eller allmenndannende perspektiv.

Kategorien er studieforbereende i den forstand at eleven skal lære å kjenne fysikk som fagdisiplin, og få forståelse for hvordan disiplinen fungerer i det virkelige liv. På den måten forberedes eleven på hva som venter når han er ferdig med skolefysikken, og skal ut i et fysisk eller realfaglig utdanningsløp. På den annen side er kategorien allmenndannende av de samme årsakene. Et innblikk i fagdisiplinens natur og egenart øker den hverdagslige forståelsen av fysiske begrunnelser og dokumentasjoner, og elevene lærer på den måten å

være kritiske til det de leser, samt å begrunne sin eventuelle mistro ut i fra en kunnskap om hvordan fysikken fungerer.

Den neste kategorien henger også sammen med dette.

3 Naturvitenskap, teknologi og beslutninger

Denne kategorien skiller seg fra hverdagsmestringskategorien på et fundamentalt nivå. Selv om en også her ser på naturvitenskapens rolle i hverdagen, legges det vekt på at naturvitenskapen har begrensninger når det kommer til praktiske problemer. Det skilles klart mellom naturvitenskap og teknologi, samt mellom naturvitenskaplige/teknologiske vurderinger og verdibaserte vurderinger i personlige og politiske beslutninger. Det understrekes at naturvitenskaplig kunnskap og teknologiske løsninger har en viktig, men begrenset rolle i beslutningsprosesser. Roberts viser i denne sammenheng til et eksempel med utbygging av en oljerørledning. Her kan naturvitenskapen og teknologien for eksempel ta for seg konstruksjonsmessige problemer og beregninger av hvor mye olje røret kan frakte per døgn, men hvor rørledningen skal gå og de praktiske problemene man da står overfor, kan ikke naturvitenskapen løse. Da er det samfunnsmessige, diplomatiske og etiske hensyn som må tas.

Igjen står allmenndannelsen sentralt, selv om vi også her kan se nytten for videre studier. Elevene gis innsyn i fysikkens begrensninger når det kommer til beslutningsprosesser, og man viser at fysikk alene ikke er nok. Det er også viktig med personlige verdier og samfunnsmessig kunnskap i beslutningsprosesser, både på et personlig og et politisk plan.

4 Utvikling av naturvitenskaplige ferdigheter

I denne kategorien er det de naturvitenskaplige metodene som står i fokus. Elevene skal lære å bruke de metodene som ligger til grunn for all naturvitenskaplig kunnskap.

Innholdet i naturvitenskapen står ikke i fokus, men heller hvordan man har kommet fram til de ulike resultatene.

Her kommer det studieforberedende perspektivet klart til uttrykk. Elevene skal lære de naturvitenskaplige metodene, slik at de senere står rustet til å gjennomføre naturvitenskaplige undersøkelser og vurdere teorier og kunnskap ut fra grunnleggende metodekunnskap. Dette er viktig når eleven senere skal inn i de fysiske forskningsmiljøene. Eksempler på hvordan denne kategorien kan komme til uttrykk i lærebøkene er for eksempel vektlegging av trening i å designe forsøk, kontroll av variabler, testing av hypoteser og bruk av utstyr som voltmeter og datalogger.

5 Korrekte forklaringer

I motsetning til forrige kategori, hvor metodene står i fokus, står resultatene i naturvitenskapen sentralt i denne kategorien. Kategorien baserer seg på prinsippet ”bruk nå, forstå senere”. Her legges det opp til at eleven skal akseptere ”sannheter” i naturvitenskapen, mens forståelse av metoder og framgangsmåter ikke vektlegges.

Selv om denne kategorien har et noe annet fokus enn den foregående, er det fortsatt det studieforberedende som vektlegges. Elevene skal få kjennskap til fysiske begreper slik at de i senere studier står bedre rustet til å forstå fysikkfagets språk og forklaringer. Her vektlegges bruken av formler og ikke forståelsen av teorien bak dem. Kompetansemålet ”(...)eleven skal kunne gjøre beregninger med loven om bevaring av bevegelsesmengde for sentrale støt” er et eksempel som viser fokuset i denne kategorien godt.

6 Historisk filosofisk utvikling

På engelsk heter denne kategorien ”Self as Explainer”. Naturvitenskapen sees i lys av historien, og den ansees som en kulturell institusjon og et uttrykk for menneskets mange evner. Vekst og forandring i naturvitenskaplige ideer er en funksjon av menneskets hensikt og de fremste intellektuelle og kulturelle interessene som råder i den settingen ideene ble fremsatt. Naturvitenskapen er altså et produkt av historisk og kulturell utvikling, og er ikke upåvirket av de sentrale kulturelle strømningene i samfunnet. På samme måte som overgangen fra det geosentriske til det heliosentriske verdensbildet er et godt eksempel i forbindelse med ”naturvitenskapens egenart”, er dette også et godt eksempel i denne kategorien, men med en litt annen vinkling. Man ser på utviklingen i fysikken ut i fra strømningene i samfunnet, de konflikter som kan oppstå mellom religion og naturvitenskap og hvordan slike konflikter påvirker den naturvitenskapen som vokser fram.

I denne kategorien kommer igjen det allmenndannende perspektivet til uttrykk. Fysikken er en del av vår felles kultur og historie, og den kan ikke settes utenfor på noen måte. Elevene skal få en forståelse av at fysikken ikke befinner seg i en boble, men påvirkes av omgivelsene på samme måte som alle andre menneskelige aktiviteter.

7 Solid grunnlag

Dette er sannsynligvis den kategorien, sammen med korrekte forklaringer, som er mest anvendt i naturvitenskaplige disipliner i skolen. Naturvitenskaplig undervisning skal organiseres slik at eleven er best mulig forberedt på senere utdannings situasjoner. Man har altså et studieforberedende syn på hvordan faget skal legges opp.

”Solid grunnlag” er den kategorien som klart legger vekt på det studieforberedende perspektivet. Skolefagene eksisterer for å forberede elevene til videre utdanning. Dette er

gjennomgående i hele skolesystemet, fra 1. klasse i grunnskolen til 3. klasse på videregående skole. Forberedelse til neste fag i rekken er det som står i fokus. Skolefysikken skal ene og alene forberede elevene på fysikken som venter dem på universitetet/høgskole.

3 Metode

Det er benyttet tre ulike metoder i denne oppgaven. Dette er gjort for å få et datamateriale som gir et bredere bilde av ulike aspekter rundt læreverkene.

Hovedbestanddelen av oppgaven er basert på en tekstlig analyse av læreverkene. I tillegg er det gjennomført en spørreundersøkelse blant fysikklærere i videregående skole.

Spørreundersøkelsen ble gjennomført som en del av prosjektet ”Implementering av ny læreplan i fysikk” ved Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, UiO. Den tok for seg ulike sider ved den nye læreplanen K06. En del av spørreundersøkelsen tok for seg hva lærere mener det er viktig å vektlegge ved valg av læreverk. Det er denne delen av undersøkelsen som er en del av min oppgave. Det er også gjennomført intervjuer med lærebokforfattere i forbindelse med oppgaven. Dette er gjort for å få et innblikk i de vurderingene som ligger til grunn for ulike valg i lærebøkene. Hvordan lærebokforfatterne har tolket læreplanens visjon var også et tema under intervjuet.

3.1 Kvantitativ og kvalitativ metode

Innenfor metode skiller vi mellom to ulike metodiske tilnærminger: kvalitativ og kvantitativ metode. Begrepene kvalitativ og kvantitativ henviser til spesielle egenskaper (Grønhaug and Kleppe 1989). Kvalitet viser til egenskaper ved fenomener mens kvantitet viser til mengde eller antall.

Et skille mellom forskningstilnærmingene er på hvilken form *datamaterialet* foreligger. Ved kvantitativ metode foreligger dataene i form av tall, mens ved kvalitativ metode foreligger dataene i form av for eksempel tekst, bilder eller lyd.

Det som skiller *innsamling* av kvalitative og kvantitative data, er grad av strukturering.

”Generelt er innsamling av kvantitative data preget av stor grad av strukturering og liten grad av fleksibilitet.” (Johannessen, Tufte et al. 2006)

Spørreskjema for eksempel, som er en kvantitativ metode, er utarbeidet på forhånd og kan ikke endres under eller i etterkant av datainnsamling. Det må derfor gjøres et grundig forarbeid.

”Innsamling av kvalitative data er kjennetegnet ved stor grad av åpenhet og fleksibilitet.” (Johannessen, Tufte et al. 2006)

Intervju, som er et eksempel på en kvalitativ metode, bygger på en intervjuguide som angir elementene intervjuet skal inneholde, men intervjueren trenger ikke å følge denne slavisk. Forskeren kan stille oppfølgingsspørsmål og utdypningsspørsmål der det er naturlig, og det kan på den måten komme fram interessante temaer underveis som forskeren ikke hadde tenkt på i forkant.

Det brukes også ulike *analysemetoder* ved behandling av kvalitative og kvantitative data. Kvantitativ analyse består av opptelling ved hjelp av statistiske teknikker, og analysen foregår klart adskilt fra datainnsamlingen (Johannessen, Tuft et al. 2006). I kvalitativ analyse skjer datainnsamling og analyse mer integrert, og det kan beskrives som en ”runddans mellom teori/hypotese, metode og data” (Wadel 1991).

I denne oppgaven kombineres kvantitativ og kvalitativ metode, noe som kalles metodetriangulering. I samfunnsvitenskapen innebærer det å se et fenomen fra flere perspektiver. Det kan være flere fordeler ved metodetriangulering (Grønmo 1996):

- En kan teste om ulike tilnæringer fører til noenlunde samme konklusjoner.
- Dersom resultatene fra ulike teknikker avviker fra hverandre, kan det stimulere nye tolkninger.
- En kan få en mer nyansert beskrivelse og en mer helhetlig forklaring av de aktuelle forskningsspørsmålene.

3.2 Tekstanalyse

Utgangspunktet for denne oppgaven er de nye lærebøkene i fysikk etter Kunnskapsløftet, og en tekstlig analyse av bøkene er hovedmetoden som er brukt i denne oppgaven. Tekstanalyse er en kvalitativ metode.

3.2.1 Definerings av data for tekstanalysen

Lærebøkene står for datagrunnlaget i denne delen av oppgaven. Det innebærer at det meste av datamaterialet foreligger i form av tekst. Unntaket er i den første delen av analysen, som er en kvantitativ tekstanalyse. Her vil dataene bestå av blant annet figurer, eksempler, likninger og oppgaver. En beskrivelse av denne delen av analysen kommer i kapittel 3.2.2.

I andre del av analysen er lærebøkene i sin helhet datagrunnlaget. Her beskrives den tekstlige framstillingen i alle fire lærebøkene. Dette er en generell beskrivelse av lærebøkene, uten bruk

av Roberts kategorier. Hensikten er å gi et inntrykk av bøkene, uten for mye subjektiv analyse.

I den tredje delen av tekstanalysen, har jeg tatt for meg de nye temaene i læreplanen. Her et det de sidene i bøkene som eksplisitt omhandler disse temaene som utgjør datamaterialet. Jeg har ikke tatt med enkeltsetninger, eller korte avsnitt som er spredt ut i bøkene, men kun de kapitler, delkapitler og underkapitler som direkte behandler de nye temaene. Her har jeg også foretatt tellinger for å sammenlikne behandlingen av nye temaer. Deretter har jeg brukt Roberts kategorier for å analysere den tekstlige framstillingen.

3.2.2 Kvantitativ tekstanalyse

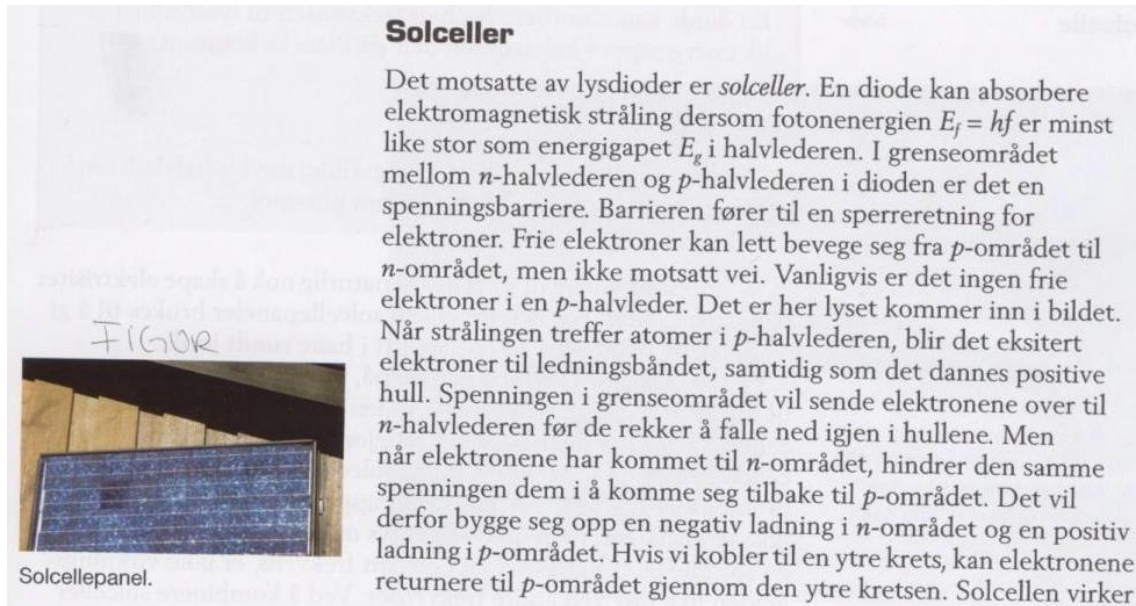
I denne delen av tekstanalysen er det foretatt kvantitative tellinger, og følgende regnes her som data:

- Antall sider inkludert oppgavesider
- Antall delkapitler
- Antall eksempler
- Antall figurer/illustrasjoner
- Antall likninger
- Antall formler i sammendraget
- Antall oppgavesider
- Antall oppgaver totalt
- Antall regneoppgaver
- Antall beskrivende oppgaver

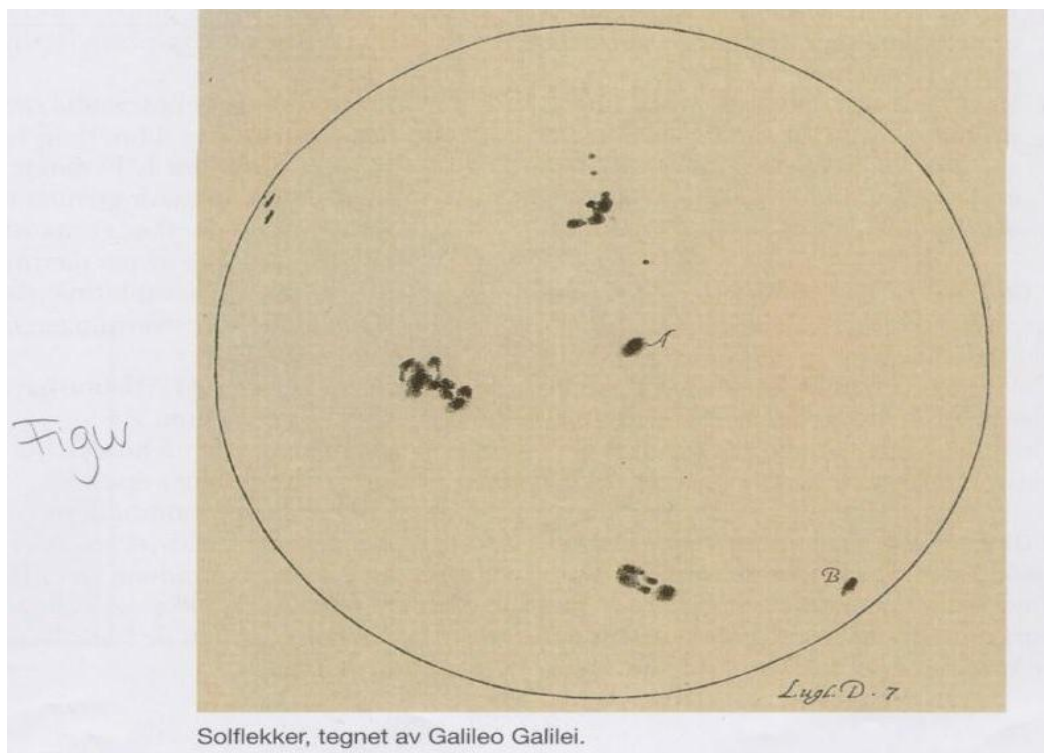
Antall sider tilsvarer totalt omfang av et kapittel. Det innebærer både løpende tekst, eksempler og oppgavesider. Antall delkapitler har jeg hentet fra innholdsfortegnelsen. Sammendrag og oppgaver er ikke tatt med i disse tellingene.

Antall eksempler er telt vanlig. I Ergo er alle eksemplene nummerert, noe som letter tellejobben, mens i RST har jeg telt eksemplene ”manuelt”. I RST er kun eksempler gitt med grønn ramme telt(se figur 5), mens eksempler i blå ramme(figur 4) er utelatt. Dette fordi RST i sitt forord oppgir at de blå rammene er tilleggs pensum for de som vil fordype seg noe.

Figurer/illustrasjoner er telt manuelt. Ergo nummererer også figurer, men noen er utelatt fra nummereringen. Disse er allikevel tatt med i mine tellinger. Eksempler på unummererte figurer er:

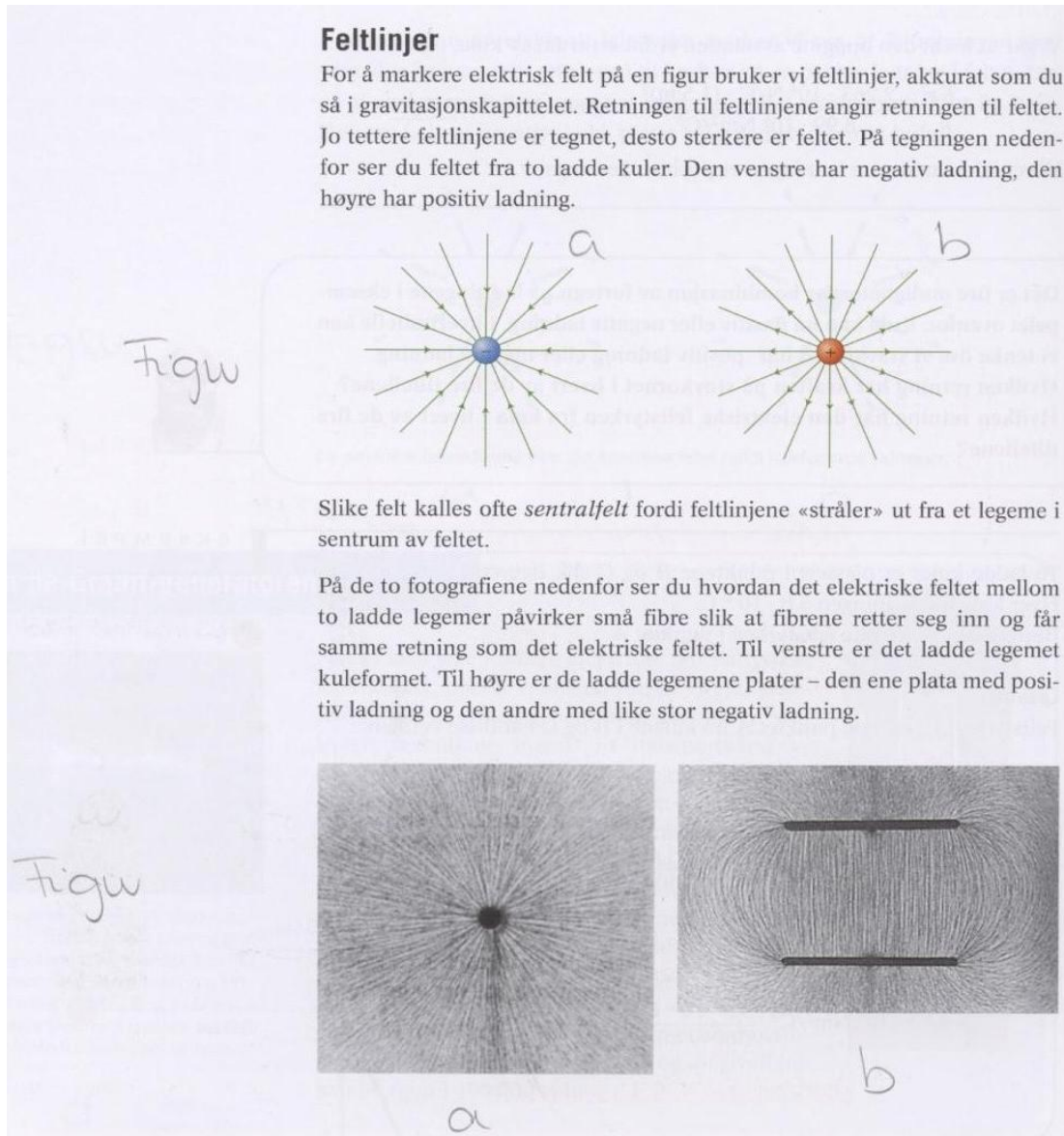


Figur 1: Eksempel på unummerert figur i Ergo. Vi finner denne i forbindelse med et avsnitt om solceller. (Ergo Fysikk 1, s. 331)



Figur 2: Denne figuren illustrerer solflekker, og kommer etter sammendraget i kapittelet til kapittelet "Fysikk – på rett vei" i Ergo. Figuren er ikke nummerert, men er allikevel telt med i min oppgave. (Ergo Fysikk 1, s. 49)

RST nummererer ikke sine figurer. Her har jeg til en viss grad måttet bruke skjønn i forhold til hvilke som er separate figurer/illustrasjoner, og hvilke som hører sammen og dermed blir underfigurer, på formen 1a, 1b. Eksempelet under(figur 3) viser hvordan jeg har løst dette.



Figur 3: Eksempel på hvordan figurer er telt i RST. Her hører bildene sammen, slik at to bilder er telt som en figur. (RST Fysikk 2, s 196)

Jeg har ikke telt med figurene i blå rammer i RST, fordi disse tilhører det RST kaller tilleggsstoff. Tabeller er heller ikke telt som figurer/illustrasjoner.



Figur 4: "Blå ramme" fra RSTs kapittel om elektriske felt. Figurene i disse rammene er ikke telt. (RST Fysikk 2, s. 194)

Begge bøkene har et bilde som innleder hvert kapittel. Disse bildene er ikke telt.

Telling av antall likninger og antall formler i sammendraget trenger noe forklaring. Når det gjelder antall likninger, definerer jeg det som antall linjer med matematiske uttrykk i den løpende teksten. Det vil si mellomregninger med tall og symboluttrykk og andre matematiske trinn lærebøkene har tatt med. Generelt er en linje telt som en likning. Reaksjonslikninger er telt med her. Jeg har ikke telt med formler som er uthevet i egne bokser. Mellomregninger i eksempler er heller ikke tatt med.

Figur 5 og 6 viser eksempler på hvordan likninger er telt i bøkene.

Ved å slå sammen to lette kjerner til en tyngre kjerne kan vi også oppnå et massesvinn. Hvis sluttkjernen har mindre masse enn de opprinnelige kjernene, blir det frigjort energi lik $m_s c^2$. En slik oppbygging av større kjerner fra mindre kaller vi *fusjon* (fra latin fusilis = flytende).

Definisjon av fusjon

En prosess der atomkjerner med liten masse går sammen til en kjerne med større masse, kaller vi en fusjon.

I sola er det fusjonsprosesser som er energikilden. Den viktigste prosessen i det indre av sola er den såkalte proton-proton-reaksjonen. Den går i flere trinn, og vi kan beskrive den slik:

$${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\text{e} + \nu_e$$

$${}^2_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + \gamma$$

Etter to slike reaksjoner får vi

$${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H}$$

I reaksjonsuttrykkene er ${}^0_1\text{e}$ et positron, γ et foton og ν_e et nøytrino.

Hovedresultatet av disse reaksjonene er at hydrogenkjerner blir omdannet til heliumkjerner. Massesvinnet og reaksjonsenergien i én slik reaksjon er $m_s = 4,7 \cdot 10^{-29}$ kg og $E_r = 4,3 \cdot 10^{-12}$ J.

Fusjon av 1 kg hydrogen til helium gir en energi på $2,6 \cdot 10^{15}$ J. Den samlede utstrålingen fra sola er på $4 \cdot 10^{26}$ W. Det vil si at ca. $1,5 \cdot 10^{11}$ kg hydrogen blir omdannet til helium hvert sekund.

E K S E M P E L

Beregn reaksjonsenergien i fusjonen mellom hydrogenisotopene deuterium og tritium:

$${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$$

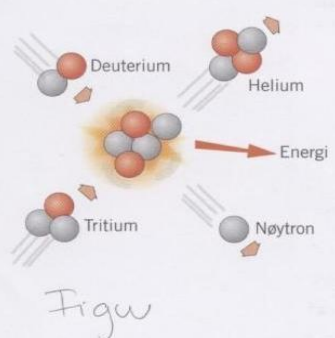
Løsning:
Først finner vi massesvinnet:

$$m_s = (m_{{}^2_1\text{H}} + m_{{}^3_1\text{H}}) - (m_{{}^4_2\text{He}} + m_{{}^1_0\text{n}})$$

$$= 2,014101 \text{ u} + 3,0160493 \text{ u} - 4,002603 \text{ u} - 1,008664904 \text{ u}$$

$$= 0,018882 \text{ u} = 3,1344 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

Reaksjonsenergien blir da

$$E_r = m_s c^2 = 3,1344 \cdot 10^{-29} \text{ kg} \cdot (3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 2,82 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$


Figur 5: På denne siden i RST, er de innrammede reaksjonslikningene telt som likninger, mens gjennomregningene i eksempelet ikke er telt. På denne siden er det dermed 3 likninger. (RST Fysikk 1, s. 68)

Arealet er et trapes der de parallelle sidene er 6 m/s og 10 m/s, og høyden er 2 s:

$$A = \frac{(a+b)}{2} \cdot h = \frac{6 \text{ m/s} + 10 \text{ m/s}}{2} \cdot 2 \text{ s} = 16 \text{ m}$$

Vi kan også bruke veiformelen:

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t = \frac{1}{2}(6 \text{ m/s} + 10 \text{ m/s}) \cdot 2 \text{ s} = 16 \text{ m}$$

Selvfølgelig blir svaret det samme enten vi regner på den ene eller andre måten.

Vi kan regne på en tredje måte også! Vi kan *antiderivere*. Litt enkelt kan vi si at når vi antideriverer, skal vi *gjøre det motsatte av å derivere*. I vårt konkrete eksempel er $v(t) = 2t + 4$. Da kan vi tenke: Hva må jeg derivere for å få svaret $2t + 4$? Vi vet at

$$(t^2 + 4t)' = 2t + 4$$

Da sier vi at den antideriverte av $2t + 4$ er $t^2 + 4t$.

Hvis vi kaller den antideriverte av $v(t)$ for $V(t)$, dvs. at $V'(t) = v(t)$, skriver vi

$$\int v(t) dt = V(t)$$

Når vi finner arealet på denne måten, kaller vi det *integrasjon*. Hvis vi så vil regne ut arealet mellom to verdier på førsteaksen, må vi finne det *bestemte integralet*. Dette gjør vi slik:

$$\int_a^b v(t) dt = [V(t)]_a^b = V(b) - V(a), \text{ når altså } V'(t) = v(t)$$

Tallene over og under integraltegnet \int kaller vi øvre og nedre integrasjonsgrense. Grensene forteller oss at vi skal finne arealet avgrenset av t -aksen, grafen gitt ved funksjonen $v(t)$ og linjene $t = a$ og $t = b$.

For arealet på figur 1-31 har vi dermed

$$A = \int_1^3 (2t + 4) dt = [t^2 + 4t]_1^3 = (3^2 + 4 \cdot 3) - (1^2 + 4 \cdot 1) = 9 + 12 - (1 + 4) = 21 - 5 = 16$$

Enheten kan vi finne ved å se på aksene. Koordinatsystemet har enheten s langs t -aksen og m/s langs v -aksen. Enheten for arealet under grafen blir altså $s \cdot (m/s) = m$.

Ubestemt integral

Den antideriverte av funksjonen $v(t)$ er egentlig $V(t) + C$, der C er et vilkårlig tall, en konstant. Konstanten blir borte når vi deriverer. Prøv selv. Vi har valgt å sette $C = 0$ i våre eksempler. I matematikk R2 vil du lære mer om ubestemte integraler.

Du kan integrere på lommeregneren.
Casio: Velg Run. Optn, calc, $\int dx$ og tast inn $\int(2x+4,1,3)$
Texas: Velg Math. 9:fnInt og tast inn
fnInt(2x+4,x,1,3)

Figur 6: Eksempel hentet fra Ergo. På denne siden er det telt sju likninger. (Ergo Fysikk 2, s 30)

Antall formler i sammendraget er nøyaktig det det høres ut som. Jeg har gått inn i sammendragene etter hvert kapittel, og telt hvor mange formler som oppgis i disse. Dette er de formlene som anses som viktigst i kapittelet.

<h2>Sammendrag</h2>	
Kvarker, leptoner	De grunnleggende byggesteinene i naturen – slik vi kjenner dem i dag – er seks ulike kvarker og seks ulike leptoner. I tillegg kommer antipartiklene.
De fire naturkreftene	Vi snakker i dag om fire ulike naturkrefter: tyngdekraft, elektromagnetisk kraft, svak kjernekraft og sterk kjernekraft.
Nukleoner	Atomkjerner er bygd opp av nukleoner, som er fellesnavnet på protoner og nøytroner.
Nuklide	Nuklide er navnet på et bestemt atomslag. En nuklide har et bestemt antall protoner og et bestemt antall nøytroner. For en nuklide bruker vi symbolet ${}^A_Z X$. X er det kjemiske symbolet for vedkommende grunnstoff, A er tallet på nukleoner i kjernen, og Z er tallet på protoner i kjernen.
Isotoper	Isotoper er forskjellige nuklider av det samme grunnstoffet.
Radioaktivitet. α-, β-, γ-stråling	Ved naturlig radioaktivitet blir det fra atomkjernene sendt ut alfastråling (heliumkjerner), betastråling (elektroner) eller gammastråling (fotoner).
Bevaringslover	Noen bevaringslover som gjelder for kjernereaksjoner: 1 Den samlede elektriske ladningen er den samme før og etter reaksjonen 2 Tallet på nukleoner er det samme før og etter reaksjonen 3 Energi-masse-loven
Massesvinn	I mange kjernereaksjoner er den samlede massen etter reaksjonen mindre enn den samlede massen før reaksjonen. Forskjellen kaller vi massesvinn. Massesvinnet m_s i en kjernereaksjon svarer til reaksjonsenergien
Reaksjonsenergi	$E_r = m_s c^2$
Fisjon	Fisjon er spalting av en større kjerne til to mellomstore kjerner.
Fusjon	Fusjon er at mindre kjerner går sammen til en større kjerne.

Figur 7: Sammendrag i RST for kapittelet kjernefysikk. Her ser vi at det er en formel i sammendraget. (RST Fysikk 1, s. 73)

Antall oppgavesider er telt slik at man kan sammenlikne stoffmengden i de ulike lærebøkene.

Antall oppgaver er en grei sak å telle, mens det trengs en definisjon når det gjelder det å telle antall regneoppgaver og antall beskrivende oppgaver. Oppgaver som har formuleringer som for eksempel ”regn ut”, ”bestem”, ”finn”, ”hvor stor” og ”hvor langt” regnes som regneoppgaver, mens oppgaver med formuleringer som ”forklar”, ”gjør rede for”, ”beskriv”, ”hva menes med”, ”hvordan” og ”hvorfor” regnes som beskrivende oppgaver. Oppgaver hvor man skal lese opplysninger ut i fra en allerede eksisterende graf, regnes som regneoppgaver. Et eksempel er hentet fra Ergo:

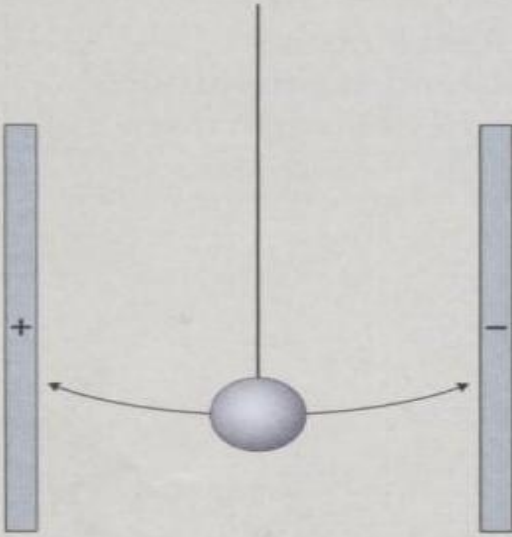
9A: Ladning

9.01

a En metallkule har ladningen $+4,8 \cdot 10^{-10}$ C. Har kula overskudd eller underskudd av elektroner? Hvor stort er overskuddet/underskuddet?

b Metallkula får så tilført 5 milliarder elektroner. Hvor stor blir ladningen på kula da? Er kula nå positivt eller negativt ladd?

9.02 Mellom to loddrette plater henger en liten metallkule i en lang, lett tråd. Når den ene platen er positivt ladd og den andre platen er negativt ladd, kan vi få kula til å pendle fram og tilbake mellom platene. Forklar det.



The diagram shows two vertical parallel plates. The left plate is marked with a '+' sign and the right plate with a '-' sign. A small sphere representing a metal ball is suspended in the center between the plates by a vertical line representing a string. Two curved arrows originate from the sphere, one pointing towards the positive plate and the other towards the negative plate, indicating the oscillatory motion of the ball.

Figur 8: Eksempel på en regneoppgave og en beskrivende oppgave i forbindelse med elektrisitet. Her er oppgave 9.1 en typisk regneoppgave, mens oppgave 9.2 er en telt som en beskrivende oppgave. (Ergo Fysikk 1, s. 314)

3.2.3 Tekstgjennomgang og analyse ved hjelp av Roberts kategorier

Det første jeg gjorde i gjennomgangen av lærebøkene, var å lese alle fire bøkene fra perm til perm. I Fysikk 1 begynte jeg å lese Ergo og deretter RST. Som elev i fysikk på videregående skole hadde jeg selv Ergo som lærebok, og flere steder i gjennomlesingen kjente jeg igjen stoff og framstillinger fra min egen tidlige fysikkbakgrunn. Dette innebar at når jeg leste RST tok jeg meg selv flere ganger i å tenke ”Hvorfor har de gjort det slik? Dette er jo helt annerledes i Ergo, og det er jo bedre.” For meg var det tydelig i gjennomlesingen at jeg til en viss grad var pro Ergo, og at dette ble forsterket ved at Ergo ble lest, og dermed repetert, først. I Fysikk 2 valgte jeg derfor å lese RST først og deretter Ergo. Dette ble gjort fordi jeg ønsket å nøytralisere de tidligere erfaringene jeg hadde med inn i gjennomlesingen, og jeg mener at jeg lyktes med dette. I gjennomlesingen av Ergo for Fysikk 2 slo forskjeller mellom bøkene meg flere ganger, men i denne gjennomlesingen var jeg mer pro RST. Mitt umiddelbare inntrykk av hvilken framstilling som var best, var altså nært knyttet til hvilket læreverk jeg leste først, noe jeg mener er naturlig. Gjennomlesingen sett under ett, gjorde det klart for meg at det var flere forskjeller mellom bøkene, men jeg satt ikke på dette tidspunktet med en formening om at et læreverk var bedre enn det andre. Dette mener jeg var et godt utgangspunkt for den videre analysen.

Steg to var den kvantitative tekstanalysen. I samarbeid med veiledere, fant jeg hvilke momenter som skulle telles og hvordan de skulle telles(beskrevet i 3.2.2). Gjennomgangen i denne delen foregikk systematisk, og jeg begynte med å telle antall sider totalt, antall delkapitler og antall oppgavesider. Deretter ble antall eksempler telt. Som beskrevet i kapittel 3.2.2 krevde telling av figurer og oppgaver noen definisjoner og skjønn. Figurer i Ergo ble telt og i gjennomgangen var det klart at noen figurer ikke var nummerert. Det var viktig å finne alle disse figurene, slik at tellingene ble så riktige som mulig. I RST krevde telling av figurer noe jobb, og jeg gikk gjennom bøkene flere ganger for å passe på at det gjennomgående var konsistens i hvilke figurer som ble telt som enkeltfigurer, og hvilke figurer som hører sammen. Telling av oppgaver ble en relativt enkel prosess, ettersom hva som skulle telles som regneoppgaver og beskrivende oppgaver på forhånd var definert. Likninger og formler i sammendrag gikk også greit å telle, ettersom definisjonen her også var klar på forhånd.

Det neste steget i analysen var en generell karakteristikk av bøkene, og funn i forbindelse med den tekstlige behandlingen og innholdet generelt. I denne delen av analysen gikk jeg systematisk gjennom hvert kapittel i bøkene, og så etter tilnærminger til fysikk som var av interesse. Kapittelinndeling, plassering av fagstoff, tekstlige tilnærminger og hovedinntrykk ble trukket ut her. Dette ble gjort for alle bøkene. Det var viktig å finne eksempler fra bøkene som kunne sammenliknes, og å peke på likheter og forskjeller mellom dem.

Behandling av de nye temaene i læreplanen er analysert med hjelp av Roberts, og da er det den tekstlige framstillingen i bøkene som er av interesse. Er teorien for eksempel framstilt i en historisk kontekst, eller er det en hverdagslig ramme rundt framstillingen? I tillegg er det også gjort en kvantitativ analyse av behandling av de nye temaene.

Den kvantitative analysen fulgte de samme retningslinjene som for bøkene i sin helhet, med unntak av at oppgavesider ikke er telt. Resultatene fra den kvantitative analysen av de nye temaene, er sammenfattet i én tabell (tabell 8 s. 74). Dette er gjort for at forskjeller og likheter skal bli direkte synlige og oversiktlig for leseren.

I den kvalitative analysen har jeg prøvd å finne svaret på spørsmålet ”hvorforskal vi lære dette?” i behandlingen av temaene, siden det er dette Roberts mener de ulike kategoriene gir ulike svar på. Noen steder er svaret tydelig ved første gjennomlesing, mens det andre steder krevde flere gjennomlesinger for å finne svarene. Dette skyldes dels at det finnes et visst overlapp mellom noen av kategoriene. For eksempel mener jeg at det er et klart overlapp mellom kategoriene ”korrekte forklaringer” og ”solid grunnlag” i denne sammenhengen. Dette vanskeliggjør analysen noe, men jeg har allikevel forsøkt å skille mellom de to. Det er også slik at mer enn en kategori er representert i framstillingen, og det var derfor et fokus for analysen å finne hvilken kategori som var sterkest tilstede i teksten. I tabellen (tabell 9 s. 82) som presenterer resultatene fra denne analysen, har jeg vist hvilke kategorier jeg mener er synlige i behandlingen av de ulike temaene. For de aller fleste temaene har hver bok sin hovedvekt innenfor en kategori, mens andre kategorier er mindre representert. I tillegg til tabell 9 som viser resultatene, er det trukket ut utdrag fra den tekstlige framstillingen for å underbygge funnene i tabellen.

Roberts kategorier er også brukt i en kort analyse av læreplanens fem hovedområder og kompetansemålene knyttet til de nye temaene i læreplanen.

3.2.4 Evaluering av tekstanalysen

I evaluering av kvalitative undersøkelser, brukes ulike begreper. En kan bruke begrepene pålitelighet, troverdighet, overførbarhet og overensstemmelse (Lincoln and Guba 1985; Guba and Lincoln 1989), eller en kan velge å operere med de samme begrepene som i kvantitativ forskning, reliabilitet og validitet (Yin 2003). Johannessen, Tufte et al. (2006) mener at i kvalitative studier er det ikke snakk om enten eller, men både og. Noen ganger kan reliabilitet og validitet slik det er forstått i kvantitative studier også være relevant for evaluering av kvalitative studier, mens det andre ganger er en helt egen logikk ved kvalitative studier.

Pålitelighet eller reliabilitet knytter seg til dataene i undersøkelsen; hvilke data som brukes, måten de samles inn på og bearbeidelse av dataene (Johannessen, Tufte et al. 2006). I denne oppgaven er datagrunnlaget lærebøkene, men selve defineringen av hvilke data som skal analyseres og analysen av dataene er subjektiv. Jeg har, ut i fra problemstillingen og i samarbeid med mine veiledere, valgt ut data som jeg mener representerer forskningsspørsmålet mitt. Det som kan skille mitt datautvalg fra en eventuell annen forskers tilnærming, er avgrensningen. Der jeg har valgt å kun se på tekst knyttet direkte til de nye temaene gjennom overskrifter, kan andre velge å også se på tekst som er mer indirekte knyttet til de nye temaene. Da blir datamaterialet noe annerledes, og analysen vil skje på bakgrunn av ulike data. Ved å gi en inngående beskrivelse av hva som defineres som data og hvordan analysen har foregått, styrkes påliteligheten av studien.

Troverdighet eller begrepsvaliditet i kvalitative undersøkelser dreier seg om i hvilken grad forskerens funn på en riktig måte reflekterer formålet med studien og i hvilken grad funnene representerer virkeligheten. Guba og Lincoln (1985) viser til to teknikker som øker sannsynligheten for at resultatene fra en undersøkelse er troverdige; vedvarende observasjon og metodetriangulering. I forbindelse med tekstanalyse innebærer vedvarende observasjon å investere nok tid til å bli godt kjent med stoffet slik at man kan skille mellom relevant og ikke relevant informasjon. I denne oppgaven har god kjennskap til bøkene sammen med et klart bilde av rammeverket vært avgjørende for å oppnå god troverdighet. Et moment som kan påvirke troverdigheten i negativ retning, er at noen av kategoriene i rammeverket er overlappende. Dette gjør at skjønn vil spille en stor rolle i analysen. Ved god kjennskap til teksten og rammeverket, og ved å til enhver tid begrunne mine tolkninger, håper jeg å unngå at troverdigheten til funnene i oppgaven svekkes. Metodetriangulering er også gjort i oppgaven, ved at både tekstanalyse og intervju er benyttet til å belyse behandlingen av de nye temaene i læreplanen.

Overførbarhet eller ekstern validitet handler om hvorvidt resultater fra en studie kan overføres til liknende fenomener. Ved kvalitative undersøkelser snakker vi om overføring av kunnskap i stedet for generalisering. En undersøkelses overførbarhet er avhengig av at en lykkes i å finne beskrivelser, fortolkninger og forklaringer som er nyttige i andre sammenhenger (Johannessen, Tufte et al. 2006). Tekstanalysen som er gjennomført i denne oppgaven har, til min kjennskap, ingen studier den er direkte sammenliknbar med. Rammeverket som er brukt kan brukes i analyse av lærebøker i alle realfagene, og med noen endringer kan det også brukes på andre fagområder. Det innebærer at rammeverket i seg selv har stor grad av overførbarhet. Jeg mener også at funnene i tekstanalysen sannsynligvis har overførbarhet til fagbøker i andre realfag, kanskje med unntak av matematikk.

Begrepet overensstemmelse betyr at funnene er et resultat av forskningen og ikke et resultat av forskerens subjektive holdninger (Johannessen, Tufte et al. 2006). For å oppnå overensstemmelse mellom virkeligheten og resultatene må forskeren derfor avdekke og beskrive beslutningene i forskningsprosessen slik at leseren kan følge og vurdere beslutningene som er tatt underveis. Beslutningene kan blant annet påvirkes av tidligere erfaringer og fordommer, og det er viktig at forskeren er selvkritisk i forhold til dette. Gjennom metodekapittelet og underveis i oppgaven har jeg prøvd til enhver tid å beskrive de valg og beslutninger som er gjort i oppgaven, og å gi en inngående beskrivelse av metodene som er brukt og utførelsene av disse. Som fysiker og tidligere skoleelev og bruker av lærebøker, er det helt på det rene at jeg hadde erfaringer, fordommer og meninger når jeg gikk inn i arbeidet med denne oppgaven. Flere steder har resultatene gått stikk i strid med mine fordommer, og jeg har måttet gi slipp på dem. Dette er poengtert der dette har forekommet. Det endelige resultatet mener jeg er i overensstemmelse med virkeligheten slik den faktisk er, og ikke bare i overensstemmelse med min virkelighet.

3.3 Spørreundersøkelse

3.3.1 Spørreskjema som metode – begrunnelse

Jeg ville undersøke hva lærere mener er viktig å vektlegge ved valg av lærebok, og for å kartlegge dette valgte jeg spørreskjema som metode. Det var flere grunner til det.

For det første gir faste spørsmål og svaralternativer en mulighet til standardisering, slik at man kan se på likheter og variasjoner i det datamaterialet som samles inn. Statistiske hjelpemidler kan brukes for å analysere sammenhenger i dataene vi samler inn, og de samme hjelpemidlene kan brukes til å presentere data på en oversiktlig og lettlest måte (Johannessen, Tufte et al. 2006).

For det andre gir en spørreundersøkelse mulighet til å samle inn data fra mange respondenter på kort tid (Johannessen, Tufte et al. 2006). Dette er en fordel, med tanke på at en master har begrenset tid til disposisjon, og fordi delspørsmålet som angår lærernes synspunkt er ment som et tillegg til tekstanalysen av lærebøkene.

I forbindelse med min masteroppgave var det naturlig å benytte seg av spørreundersøkelse selv om det legger noen begrensninger på hvilke data man får å jobbe med. Med låste spørsmål og svaralternativer risikerer man å miste momenter lærerne synes er viktig, men som ikke er med i spørreskjemaet. Samtidig risikerer man også, med en fast svarskala, å miste

nyanser i lærernes synspunkter(Robson 2002). Dette er viktig å ta med i betraktningen når man vurderer dataenes og resultatenes validitet og reliabilitet.

3.3.2 ”Implementering av ny læreplan i fysikk” – utforming av spørreskjema

I forbindelse med prosjektet ”Implementering av ny læreplan i fysikk”, ble det bestemt at det skulle sendes ut et spørreskjema i løpet av våren 2008. Min masteroppgave er en del av dette prosjektet, og vi fant det derfor naturlig at temaet ”læreverk” inngikk i denne spørreundersøkelsen. På den måten unngikk vi at lærere fikk to spørreskjemaer fra samme institusjon i løpet av kort tid, noe som kunne ha ført til lavere svarprosent.

Spørreskjemaet som ble sendt ut var delt inn i fem deler:

- Læreplanen
- Ressurser
- Erfaringer
- Læreverk
- Kvantefysikk i den nye læreplanen

I tillegg inneholder skjemaet spørsmål om lærernes bakgrunn(kjønn, alder, høyeste utdanning og år i skolen).

Den delen av spørreskjemaet som gikk på erfaringer, henvendte seg til fysikklærere som underviste Fysikk 1 skoleåret 07/08. Fysikk 2 var ennå ikke påbegynt på det tidspunktet spørreundersøkelsen gikk ut, men et spørreskjema angående erfaringer fra Fysikk 2 vil gå ut på et senere tidspunkt. Ellers var spørreskjemaet utformet slik at alle fysikklærere kunne svare med utgangspunkt i sin undervisningshverdag.

De delene av spørreundersøkelsen som er brukt i denne oppgaven ligger vedlagt(Appendiks 1).

3.3.3 Spørsmål og svaralternativer

For å forenkle analyseprosessen valgte vi faste spørsmål og svaralternativer i den delen av spørreskjemaet som omhandler læreverkene. Det var en liten diskusjon om vi skulle ha med et åpent spørsmål av typen ”Dersom det er andre kriterier enn de som er nevnt her du mener er viktig å ta hensyn til ved valg av læreverk, kan du skrive disse her” eller ”Hva mener du det er viktigst å vektlegge ved valg av læreverk?”. Vi valgte til slutt å ikke ta med åpne spørsmål av to grunner. For det første ville åpne spørsmål komplisere databehandlingsprosessen i etterkant

og for det andre mente vi at de variablene vi hadde listet opp var dekkende for den vurderingen som skjer ved valg av lærebøker.

Et annet moment som inngikk i utformingen av spørsmål og svar i spørreskjemaet, var hvor mange svaralternativer vi skulle ha. Vi vurderte fire eller fem svaralternativer. Med odde antall ville vi fått muligheten til en såkalt nøytral verdi, men vi bestemte oss for å bruke partallig antall svaralternativer fordi vi ville "tvinge" respondentene til å ta et standpunkt.

I metodelitteratur kan man lese om såkalte målenivåer (Johannessen, Tufte et al. 2006). Ulike variabler har kjennetegn som gjør at de kan deles inn i et hierarki, og dette betegnes som en variablers målenivå. Målenivået angir hvilke statistiske analyser det er meningsfylt å foreta under databehandlingen. Man opererer med fire målenivåer: nominalnivå, ordinalnivå, intervallnivå og forholdstallsnivå.

I spørreskjemaet som ble sendt ut i forbindelse med Læreplanprosjektet, inngår ulike typer målenivåer, og jeg vil kort forklare de som er relevante for denne oppgaven, nominalnivå, ordinalnivå og forholdstallsnivå.

Nominalnivå kjennetegnes ved verdiene variabelen kan ha. Verdiene (Johannessen, Tufte et al. 2006):

- er en betegnelse eller en merkelapp
- er gjensidig utelukkende
- angir kun om enhetene er like eller ulike
- kan ikke rangeres på en logisk måte

I spørreundersøkelsen vi sendte ut er spørsmålene "Kjønn", "Hvilket læreverkt brukes ved din skole?" og "Er du enig i valg av læreverkt?" på nominalnivå. Disse spørsmålene kan ikke rangeres, men kan brukes til kartlegging av for eksempel kjønnsfordelingen blant respondentene.

Ordinalnivå kjennetegnes ved at verdiene, i tillegg til å være gjensidig utelukkende, angir en logisk rangering (Johannessen, Tufte et al. 2006). Svarverdiene kan ordnes i en bestemt rekkefølge. Den delen av spørreskjemaet som går på læreverkt består i hovedsak av variabler på ordinalnivå, med verdiene "i liten grad", "i noen grad", "i stor grad" og "i meget stor grad". Variablene brukes til å kartlegge respondentenes meninger om kriterier ved valg av læreverkt.

Spørsmålene "Alder" og "Antall år i skolen" er på forholdstallsnivå. Dette innebærer at variabelen har et naturlig nullpunkt slik at man har muligheten til å si noe om forholdet

mellom svarene. Man kan for eksempel si at en lærer som har vært ti år i skolen har vært i skolen dobbelt så lenge som en som har vært i skolen i fem år.

3.3.4 Gjennomføring av spørreundersøkelsen

Gjennomføring av spørreundersøkelsen fant sted i april/mai 2008.

Det finnes ingen samlet oversikt over norske fysikklærere, og for å treffe flest mulig ble spørreundersøkelsen sendt ut i fem eksemplarer til alle skoler i Norge som tilbyr fysikk som fag, ca. 350 skoler. Dette innebærer at vi sendte ut om lag 1750 eksemplarer av undersøkelsen. Anslagsvis er det et sted mellom 600 og 700 fysikklærere i Norge.

Med spørreundersøkelsen fulgte et brev til rektor ved skolene (Appendiks 2). I dette brevet ble problemstillingen for læreplanprosjektet "Fysikk i ny læreplan" beskrevet, med en henvisning til prosjektbeskrivelsen på internett. Deretter ble rektor oppfordret til å distribuere spørreundersøkelsen blant fysikklærerne ved sin skole. Skolene fikk relativt kort frist. Dette ble gjort av flere grunner. For det første nærmet vi oss eksamenstid i skolen, og vi ville ikke trenge oss inn i en allerede hektisk tid. For det andre antok vi at desto lenger tidsfrist som ble gitt, desto lettere var det å havne i glemmeboka og på den måten kunne vi miste lærere som i utgangspunktet hadde tenkt å svare.

Vi sendte ut ett purrebrev (Appendiks 3), og dette ble sendt per e-post til de lærerne vi hadde kontaktinformasjonen til. Dette er lærere som er medlem i Fysikklærerforeningen og lærere som Skolelaboratoriet har hatt kontakt med blant annet gjennom Fysikk OL.

3.3.5 Koding og analyse av data fra spørreskjema

Hele spørreskjemaet ble kodet av Carl Angell og vi fikk hjelp av Lise Marie Nyberg til å legge inn dataene i Excel. Derfra ble dataene lagt inn i statistikkprogrammet SPSS (SPSS Inc. 2007). De delene av spørreskjemaet som inngår i denne oppgaven, det vil si bakgrunnsdata og læreverkdelen, var forholdsvis uproblematisk å kode. Spørsmålene er i all hovedsak avkryssing, med unntak av alder, antall år i skolen og høyeste utdanning. Av disse er de to første en kontinuerlig rekke tall og bød derfor ikke på noe kodeproblem, mens høyeste utdanning var litt verre. Her ble det, på bakgrunn av respondentenes svar, kodet 9 ulike kategorier. Kodeskjemaet for undersøkelsen ligger vedlagt oppgaven (se Appendiks 4).

SPSS (Johannessen 2007; SPSS Inc. 2007) ble også brukt i analysen av dataene fra spørreskjemaet. Analysen av spørreskjemaet vil i hovedsak se på hvordan lærerne vurderer de ulike kriteriene vi har listet opp og hva de mener er viktig å legge vekt på, men også hva de

mener er lite viktig å vektlegge. I det videre arbeidet med bøkene kan dette være med på å kaste lys over forskjeller og likheter mellom dem. Undersøkelsen gir også et innblikk i hvor mange som bruker de ulike læreverkene, og ved å studere hva lærere vektlegger og sette det opp mot eventuelle forskjeller mellom bøkene, kan man kanskje avdekke noen årsaker til at markedsandelene er ulike.

Et lite, men viktig moment, er hvorvidt norske fysikklærere er fornøyd med det læreverkvalget som er gjort ved deres skole.

Spørreundersøkelsen er også brukt til å kartlegge norske fysikklærere som gruppe, det vil si kjønnsfordeling, utdanningsnivå og aldersspredning. Dette er ikke direkte viktig for denne masteroppgaven, men denne typen bakgrunnsinformasjon kan sammenliknes med andre undersøkelser, som for eksempel FUN-undersøkelsen³. Dersom bakgrunnsinformasjonen til våre respondenter i stor grad sammenfaller med bakgrunnsinformasjonen til respondenter i andre undersøkelser, er dette med på å bidra til at den informasjonen vi finner har høyere reliabilitet.

3.3.6 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet sier noe om hvor pålitelige data er. Det handler om hvor reproducerbare dataene er, hvilke data vi bruker, måten de samles inn på og hvordan de bearbeides. I kvantitative undersøkelser, som spørreundersøkelse, kan to typer reliabilitet testes.

Man kan gjenta samme undersøkelse for å teste om dataene man har fått er tilfeldige eller representative. Da testes den såkalte ”test-retest-reliabiliteten”. Et annet alternativ er å la flere forskere gjøre vurderinger av dataene som er samlet inn. Dette kalles ”inter-rater-reliabilitet”. Hvis forskerne gjør de samme vurderingene øker reliabiliteten til funnene (Johannessen, Tufte et al. 2006).

Det som i størst grad påvirker reliabiliteten til dataene i denne undersøkelsen, er at vi ikke med sikkerhet kan si noe om svarprosent og utvalgssammensetting. Det blir derfor vanskelig å generalisere funnene for alle fysikklærere i Norge. På den annen side er det ikke noe som skulle tilsi at vårt utvalg skal være spesielt på noen måte, og bakgrunnsdataene i vår undersøkelse samsvarer godt med resultater fra FUN-undersøkelsen. Dette kommer jeg tilbake til i presentasjonen av resultater i delkapittel 4.4.

³ FUN-undersøkelsen (Fysikk Undervisning i Norge) ble gjennomført ved Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, UiO. Undersøkelsen tok sikte på å kartlegge elevers og studenters fagvalg, deres begrunnelser for valg eller ikke valg av fysikk, og deres holdninger og syn på viktige sider ved fysikkfaget. Se Angell og Guttersrud (2003) og Angell og Henriksen (2003) for resultater.

Koding av dataene fra denne undersøkelsen var en uproblematisk prosess. Spørsmålene og svarene gir minimalt rom for tolkning og kodingen påvirker derfor ikke reliabiliteten nevneverdig. Vi er en gruppe på fire som har arbeidet med data fra dette spørreskjemaet, og alle har hatt mulighet til å komme med innspill.

Validiteten til et datamateriale sier noe om hvor godt dataene representerer det som faktisk skal undersøkes. Det handler altså om hvorvidt de ulike variablene måler det de skal måle (Johannessen, Tufte et al. 2006). Metodelitteraturen skiller mellom forskjellige former for validitet, blant annet begrepsvaliditet, indre validitet og ytre validitet (Cook, Campbell et al. 1979).

I den delen av spørreskjemaet som inngår i denne oppgaven, er verken spørsmålene eller rangeringen av svaralternativene særlig vanskelig å forstå. Noen av lærerne vil kanskje stusse noe ved kriteriet ”Læreplanens grunnleggende visjon er synlig i læreverket”. Visjon er et ord med mange betydninger, og respondentene kan derfor tolke spørsmålet noe ulikt. Det kan også være at lærerne legger noe ulik mening i svaralternativene. Dette er det viktig å ha med seg ved analyse av dataene fra spørreundersøkelsen.

3.4 Intervju

Det kvalitative forskningsintervjuet er en samtale med en struktur og et formål (Kvale 1997). Strukturen er knyttet til rollene til deltakerne i intervjuet og formålet er knyttet opp mot forskningsspørsmålet.

3.4.1 Intervju som metode – begrunnelse

Siden lærebøkene i fysikk i norsk videregående skole er hovedfokus for min masteroppgave fant jeg det naturlig at det burde være en form for kommunikasjon med lærebokforfatterne. Til sammen er det åtte lærebokforfattere på de to læreverkene, fire per verk. Metode for datainnsamling i denne delen av oppgaven er intervju.

Hensikten med intervjuet var å finne ut hvilke vurderinger som ligger til grunn for noen av de valgene lærebokforfatterne har gjort i lærebøkene.

3.4.2 Semi-strukturert ”gruppeintervju” med intervjuguide

Begge læreverkene er skrevet av forfatterteam, og for å få innblikk i de faktiske valgene som ble tatt, og ikke bare min oppfatning av valgene, ble forfatterne intervjuet.

Intervjuet foregikk i par, og håpet var at jeg på den måten skulle få et samtalepreg på intervjuet, med den hensikt at de ulike forfatterne kunne underbygge og utdype hverandre der de følte det var nødvendig.

Fordi intervjuet ble gjennomført med flere forfattere samtidig, kategoriseres det som et gruppeintervju:

”Gruppeintervjuet er hovedsakelig en kvalitativ datainnsamlingsteknikk som baserer seg på utspørring av flere individer enten hver for seg eller samtidig i en formell eller uformell setting.”(Postholm 2005)

Et intervju kan gjennomføres på ulike måter. Jeg valgte et såkalt semi-strukturert intervju. Det innebærer at man har en overordnet intervjuguide som er utgangspunktet for intervjuet, mens spørsmål, temaer og rekkefølge kan varieres. Man følger flyten i samtalen, og det semi-strukturerte intervjuet gir derfor en god balanse mellom standardisering og fleksibilitet (Kvale 1997; Johannessen, Tufte et al. 2006; Kvale and Brinkmann 2008).

3.4.3 Utforming av intervjuguide

”En intervjuguide er en liste over temaer og generelle spørsmål som skal gjennomgås i løpet av intervjuet. De ulike temaene springer ut av de forskningsspørsmålene som undersøkelsen skal belyse.”(Johannessen, Tufte et al. 2006)

I utforming av intervjuguiden som skulle brukes i intervjuene, hadde jeg, i samarbeid med mine veiledere, en diskusjon rundt hvilke temaer som skulle være med i intervjuet. Hensikten med intervjuet var å få et innblikk i vurderinger som er gjort i skriveprosessen, samt å finne ut hvordan forfatterne forholdt seg til læreplanen som helhet. Det var viktig at de spørsmålene som ble stilt og de temaene som ble berørt, på en klar måte besvarte det forskningsspørsmålet som var grunnlaget for intervjuet(delspørsmål 2 s. 12).

Jeg lagde to intervjuguider. En som ble brukt i intervjuet av forfatterne fra Ergo og en som ble brukt i intervjuet av forfatterne fra RST. Stort sett var de to guidene like, men den delen som omhandlet bøkene(del 4) var noe annerledes i de to. Dette er naturlig ettersom bøkene er ulike, og det var forskjellige aspekter ved lærebøkene det var viktig å få klarhet i. Intervjuguiden jeg til slutt brukte var delt i fem deler, og oppsettet var som følger:

1. En innledende del hvor jeg presenterte meg selv, masteroppgaven og begrunnelse for gjennomføring av intervjuet. I denne delen forklarte jeg litt om hvordan intervjuet

skulle brukes, og det ble innhentet samtykke til å bruke sitater fra intervjuene i oppgaven. I tillegg ble de temaene intervjuet ville inneholde nevnt.

2. Den andre delen av intervjuet tok utgangspunkt i den nye læreplanen. Her ble temaer som den generelle oppfatningen av læreplanen, de fem hovedområdene, kompetansemålene og begrepet allmenndannelse berørt. Spørsmål angående læreplanens visjon, strukturen i læreplanens rolle i utforming av bøkene og utfordringer ved spesielle kompetansemål ble stilt i denne delen.
3. Den tredje delen tok for seg nye temaer/elementer i læreplanen. Her var poenget å finne hvilke temaer forfatterne mente var spennende, utfordrende, problematiske eller enkle å behandle. Jeg listet opp en del momenter slik at hvis forfatterne ikke kom med noe svar, kunne jeg lede dem inn og spørre direkte om spesifikke temaer/elementer.
4. Den fjerde delen omhandlet bøkene spesielt. Her var mine foreløpige funn grunnlaget for spørsmålene som ble stilt. Denne gikk direkte på hvorfor ulike valg i bøkene var gjort.
5. Den siste delen av guiden var en avsluttende del, hvor det ble åpnet for kommentarer dersom forfatterne mente noe var glemt eller hadde utdypende kommentarer.

Intervjuguiden hadde et intendert oppsett, men det var klare muligheter for fleksibilitet under intervjuet. De to intervjuguidene ligger vedlagt oppgaven (Appendiks 5 og 6).

3.4.4 Gjennomføring av intervjuene

Forfatterne ble kontaktet via e-post, og for å lette arbeidet valgte jeg å kontakte de forfatterne som var geografisk lettest tilgjengelig. Intervjuene ble gjennomført ved Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, UiO i november/desember 2008. Det var satt av en og en halv time til hvert av intervjuene for å legge en ramme på tidsbruken, og begge intervjuene varte i ca. en time. Intervjuene ble tatt opp på bånd ved hjelp av diktafon.

Under intervjuene var det god flyt i samtalen, og intervjuguiden virket som en innhentingshjelp der samtalene skled litt ut. Forfatterne var stort sett selvgående, og min rolle ble i all hovedsak å stille oppfølgingsspørsmål og dreie samtalen inn på nye temaer der det var naturlig. Min og intervjuguidens rolle ble dermed som ønsket på forhånd, og intervjuene bidro til å belyse områder som er en del av denne oppgaven. På mange måter ble intervjuene en understreking av de forskjellene man kan se mellom lærebøkene, og samtidig en bekreftelse på de likhetene man kan finne.

3.4.5 Analyse av data fra intervju og utvelgelse av sitater

Intervjuene er skrevet ned ved hjelp av programmet VoiceWalker (Holton 1999).

Intervjuene ble skrevet ned ordrett, med unntak av tenkepauser og latter. I forbindelse med disse intervjuene er ikke slike tenkepauser og eventuelle andre opphold av interesse, for det er ikke oppførsel under intervjuet som er viktig, men heller erindring av en tidligere gjennomført prosess. Hvorvidt intervjuobjektene måtte tenke seg om, påvirket på ingen måte datamaterialet og dette ble derfor ikke tatt hensyn til i nedskrivningen av intervjuene.

Resultatet av intervjuene foreligger i form av sitater som i hovedsak brukes for å underbygge funn i tekstanalysen. Utvelging av sitater var en tidkrevende prosess. Det var viktig for meg å finne sitater som understreker både likheter og forskjeller i blant annet oppfatningen av læreplanen, tolkning av læreplanen, stoffutvalg i lærebøkene og synspunkter på de nye temaene spesielt.

Ved første gjennomlesing, valgte jeg ut alle de delene av intervjuene som kunne være relevante for oppgaven. I denne prosessen silte jeg ut småsnakk innledningsvis, og ulike avsporinger som oppsto underveis i intervjuet. Samtale om blant annet den tekniske skriveprosessen, korrekturlesing og tidligere arbeider var ikke av interesse for denne oppgaven, og ble tatt bort.

Deretter ble gjennomgangen mer systematisk. Jeg leste gjennom intervjuene med henblikk på læreplanen. Her så jeg etter sitater som handlet om generelt inntrykk av læreplanen, syn på visjonen i læreplanen, de fem hovedområdene i læreplanen og utfordrende temaer og kompetansemål. Det var viktig for meg å finne sitater som kunne sammenliknes, og på den måten representere de ulike forfatterteamenes syn.

Neste steg i analysen av intervjuene omhandlet direkte funn fra lærebøkene. Her så jeg på de to intervjuene hver for seg. I denne delen av analysen var det viktig å finne sitater som begrunner noen av funnene fra den foreløpige tekstanalysen, og som kunne gi svar på hvorfor spesifikke valg i lærebøkene var gjort. Sitatene fra denne delen av analysen blir også sammenliknet, men noe mer indirekte.

Til slutt i intervjuanalysen gikk jeg gjennom intervjuene i sin helhet på nytt. Dette ble gjort for å sikre at viktige data ikke hadde falt bort i den innledende utvelgingen av relevante data.

3.4.6 Bruk av sitater

De sitatene som ble valgt ut fra intervjuene presenteres i resultatkapittelet i denne oppgaven. Sitatene er renskrevet og det er gjort av flere årsaker.

For det første er sitatene renskrevet for å øke graden av anonymitet. Flere av forfatterne som ble intervjuet har lett gjenkjennelig dialekt og språk, slik at ordstilling og uttrykk lett kan avsløre hvem som er sitert. Renskriving til bokmål gjør at jeg unngår at forfatterne blir gjenkjent. Dette er viktig for at budskapet står i fokus, ikke hvem som har sagt hva.

En annen grunn til at sitatene er renskrevet er at selve nedskrivningen foregikk ordrett. Det var derfor mange muntlige fyllord som ikke trenger å være med i en tekstlig framstilling. Dette er ord og uttrykk som for eksempel ”da”, ”skal vi se” og ”ikke sant”.

En siste grunn til renskriving av sitater er at forfatterne ønsket dette selv etter gjennomlesing. Mange steder ble det for mange ord, slik at noe av budskapet i sitatene ble borte. Dette er ikke ønskelig, og det er viktig at sitatene formidler meningen klart og tydelig.

Et viktig poeng i renskrivingen er å ikke miste det budskapet som sitatet formidler. Dette har vært viktig i arbeidet. Gjennomlesingen av forfatterne selv har vært med på å sikre at budskapet deres fortsatt kommer fram i de sitatene som er valgt ut.

3.4.7 Evaluering av valg av forfattere og intervjusituasjon

Det er fire forfattere av hvert læreverk. For å finne hvilke av forfatterne jeg skulle intervjuer, så jeg på geografisk tilgjengelighet. Dette for å gjøre prosessen så enkel og billig som mulig. Resultatet ble at fra RST intervjuet jeg forfattere som på tidspunktet for intervjuet, var ansatt ved Universitetet for miljø- og biovitenskap og Universitetet i Oslo/Universitetet i Agder. Forfatterne har tidligere vært lærere i videregående skole. Fra Ergo intervjuet jeg forfattere som på tidspunktet for intervjuet var ansatt som fysikklærere ved Valler vgs. og Fagerborg vgs. Alle forfatterne har vid fysikkbakgrunn og faglig sett er alle sterke selv om spesialfelt varierer. Det som klart skiller dem er nåværende arbeidssted. Dette kan føre til at forfatterne fra Ergo har et noe større fokus på elevene i løpet av intervjuene, og baserer noen av svarene de gir på de erfaringene de har gjort seg i løpet av tiden bøkene har vært i bruk, mens forfatterne fra RST baserer noen av svarene sine på tidligere undervisningssituasjoner.

En grunn til at jeg ville ha to og to forfattere sammen, var at da kunne de hjelpe hverandre å huske diskusjoner som pågikk i gruppa. En annen grunn var at hvis det ble husket feil, så hadde man en umiddelbar mulighet til å påminne og rette opp i eventuelle misforståelser eller hull i hukommelsen.

Det er viktig å påpeke at sitatene gir uttrykk for den enkelte forfatters mening og holdning, slik at sitatene ikke nødvendigvis kan generaliseres for forfatterteamene. Det man kan bruke sitatene til, er å få et inntrykk av hva som har vært sentralt i arbeidet med lærebøkene. Det er grunn til å tro at hvis en forfatter gir uttrykk for holdninger som ikke har tilslutning i

forfatterteamet, så vil den andre poengtere dette. Det er derfor god hjelp i å ha to forfattere med i intervjuet.

3.4.8 Reliabilitet og validitet i transkripsjonen av intervjuene.

Intervjuene som ble gjennomført i denne oppgaven er transkribert til tekst. Kvale(1997) poengterer at selv om nedskrivningen synes å være en enkel og fornuftig prosedyre, er det en rekke metodiske og teoretiske problemer forbundet med å skrive ned et lydopptak. Det er for eksempel viktig å huske at det er det muntlige opptaket som er det solide, empiriske datamaterialet, mens teksten er en kunstig konstruksjon av kommunikasjonen, fra muntlig til skriftlig form. Transkripsjon fra en kontekst til en annen, innebærer alltid en rekke vurderinger og beslutninger, for eksempel hvor det skal settes punktum, komma og tankestreker. Transkripsjon innebærer en oversetting fra et muntlig språk, med sine egne regler, til et skriftlig språk med helt andre regler.

Reliabiliteten eller påliteligheten til transkripsjonen kan for eksempel bedres ved at flere skriver ned det samme intervjuet. Dette er vanskelig i en masteroppgave hvor man jobber alene, og har ikke vært gjort i transkripsjonen av disse intervjuene.

Validiteten eller intervjutranskripsjonens troverdighet er forsøkt sikret, ved at resultatene(sitatene) er tilbakeført til intervjuobjektene for bekreftelse. Gjennom denne prosessen ble det klart at det noen steder var oppstått misforståelser, og dette ble korrigeret. På den måten øker den endelige troverdigheten til resultatene fra intervjuet.

4 Resultater

I dette kapittelet vil resultatene fra min masteroppgave presenteres. Først gjøres en kort analyse av de fem hovedområdene i læreplanen, med Roberts kategorier som analyseverktøy. Videre blir resultatene fra lærebokanalysen presentert. Deretter kommer resultatene fra spørreundersøkelsen og intervjuene. Før diskusjonen oppsummeres noen av hovedfunnene.

4.1 En kort analyse av Kunnskapsløftets fem hovedområder

Det følgende er hentet fra beskrivelsen av de fem hovedområdene i læreplanen for fysikk(Utdanningsdirektoratet 2007):

Klassisk fysikk

Fysikk 1: Hovedområdet handler om de eldste og mest brukte fysikklovene(...). Et sentralt prinsipp er bevaring av energi i ulike prosesser. Videre dreier det seg om grunnleggende begreper som er nødvendige for å arbeide med bølgefenomener.

Fysikk 2: Hovedområdet handler om feltbegrepet og hvordan det kan brukes innenfor ulike områder av fysikken til å beskrive og forklare fenomener. I tillegg inngår Newtons lover, kraft og akselerasjon anvendt på sirkelbevegelser.

Moderne fysikk

Fysikk 1: Hovedområdet handler om byggesteinene i naturen og hvordan de settes sammen, fra mikrokosmos til makrokosmos. (...) informasjon som kan leses ut av stråling i ulike sammenhenger, og hvordan den kan brukes til å lage modeller som kan beskrive verden.

Fysikk 2: Hovedområdet handler om to teorier, kvanteteorien og relativitetsteorien. (...)bryter med vanlige forestillinger(...).

Å beskrive naturen med matematikk

Fysikk 1: Hovedområdet handler om hvordan matematikk blir brukt i fysikk, spesielt i hovedområdene klassisk fysikk og den unge forskeren. (...)matematikk brukt til å systematisere observasjoner gjennom fysiske lover. (...)bruk av matematikk til å beskrive fenomener og forutsi hvordan et system vil oppføre seg i framtiden.

Fysikk 2: Hovedområdet handler om hvordan matematikk blir brukt som språk i fysikk(...) Matematikken som grunnlag for å modellere og gjøre beregninger ved hjelp av datamaskiner og vurdere modellens gyldighet er sentralt i hovedområdet.

Den unge forskeren

Fysikk 1: Hovedområdet handler om at fysikk er et eksperimentelt fag, der trening i å planlegge, gjennomføre og vurdere forsøk er viktig. (...)kunnskap om og trening i å bruke måleinstrumenter, dokumentere forsøksoppsett, innhente data og presentere

måleresultater. (...)hvordan vitenskapelig kunnskap etableres, og om noen mulige konflikter og dilemmaer som kan oppstå i denne prosessen.

Fysikk 2: Hovedområdet handler om å planlegge, gjennomføre, vurdere og videreutvikle forsøk. Kunnskap om og trening i å bruke måleinstrumenter, dokumentere forsøksoppsett, innhente data og presentere måleresultater er sentralt(...). Det handler om å vurdere metode og utstyr og estimere usikkerhet. (...)hva uenighet og diskusjoner har å si for utviklingen innenfor det naturvitenskapelige området.

Fysikk og teknologi

Fysikk 1: Hovedområdet handler om fysiske prinsipper som ligger til grunn for noen komponenter i moderne teknologi. (...)viktige forutsetninger og begrensninger i teknologien.

Fysikk 2: Hovedområdet handler om teknologiske anvendelser av induksjon og prinsippene som ligger til grunn for moderne avbildningsutstyr innen medisin. Digitalisering inngår også (...).

Tabell 1 viser en sammenfatning av de fem hovedområdene og Roberts kategorier. For hvert av hovedområdene er det angitt i hvilken grad jeg mener de ulike kategoriene kommer til uttrykk. XX betyr i stor grad, X betyr at kategorien bare til en viss grad er representert, mens tom rute betyr at kategorien ikke er representert i det bestemte hovedområdet.

Kategori Roberts	Hverdags- mestring	Naturvitenskapens egenart	Naturvitenskap teknologi og beslutninger	Utvikling av naturvitenskaplige ferdigheter	Korrekte forklaringer	Historisk filosofisk utvikling	Solid grunnlag
Hovedområde					XX		
Klassisk fysikk					XX		XX
Moderne fysikk		X			X	X	X
Å beskrive naturen med matematikk		X		XX			X
Den unge forskeren	X	XX	X	XX			
Fysikk og teknologi	X		XX				

Tabell 1:

En oversikt over de fem hovedområdene i Kunnskapsløftet og Roberts sju kategorier. Tabellen viser i hvilken grad de ulike hovedområdene, slik de er beskrevet i læreplanen, faller inn i de sju kategoriene.

Fra tabell 1 kan det virke som om "Naturvitenskapens egenart" og "Solid grunnlag" er de av Roberts kategorier som står sterkest i Kunnskapsløftets fem hovedområder. De to kategoriene er representert i tre av fem hovedområder. Dersom vi teller antall X for de ulike kategoriene, står også "Utvikling av naturvitenskaplige ferdigheter" sterkt i læreplanen. Denne kategorien er bare representert i hovedområdene "Å beskrive naturen med matematikk" og "Den unge forskeren", men til gjengjeld kommer den i stor grad til uttrykk i begge disse.

Tabell 1 viser også at det er kategorien "Historisk filosofisk utvikling" som står svakest i Kunnskapsløftet. Denne kategorien er bare til en viss grad representert i hovedområdet "Moderne fysikk". I tillegg er også "Hverdagsmestring" lite representert.

Tabell 2 viser hvordan Roberts kategorier er representert i de kompetansemålene som omhandler de nye temaene Fysikk 1.

Kategori Roberts	Hverdags- mestring	Naturvitenskapens egenart	Naturvitenskap teknologi og beslutninger	Utvikling av naturvitenskaplige ferdigheter	Korrekte forklaringer	Historisk filosofisk utvikling	Solid grunnlag
Kompetansemål							
"gjøre rede for og drøfte sentrale trekk ved vitenskapelig metode i fysikk"		XX		X		X	
"gi eksempler på noen alternative forklaringsmodeller som ikke er forenlige med fysikkens forklaringer, og som heller ikke baserer seg på vitenskapelig metodikk"		XX	X	X		X	
"gjøre rede for hvordan forskeres holdninger, forventninger og erfaringer kan påvirke forskningen"		X	XX			X	
"gjøre rede for forskjellen mellom ledere, halvledere og isolatorer ut fra dagens atommodell, og forklare doping av halvleder"					XX		X
"sammenlikne oppbygningen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem"				X	X		
"gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video"	X			X	X		
"gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger"			X		XX		

Tabell 2:

En oversikt over de spesifikke kompetansemålene for Fysikk 1 denne oppgaven vil se på og Roberts sju kategorier. Tabellen viser i hvilken grad de ulike kategoriene er representert i kompetansemålene.

Fra tabell 2 ser vi at i Fysikk 1 står ”korrekte forklaringer” og ”naturvitenskapens egenart” sterkest. Også ”naturvitenskap, teknologi og beslutninger” og ”utvikling av naturvitenskaplige ferdigheter” er sterkt representert, mens ”solid grunnlag” er lite representert. Dette er, med unntak av ”korrekte forklaringer”, i overensstemmelse med den kvalitative tilnærmingen til fysikk som faget legger opp til, og det er tydelig at læreplanen har vært veldig bevisst på dette i utformingen av kompetansemålene.

”Historisk filosofisk utvikling” står ikke særlig sterkt i disse kompetansemålene, men noe sterkere enn det samlede uttrykket fra tabell 1.

Tabell 3 viser hvordan kompetansemålene i Fysikk 2 som angår de nye temaene sammenfaller med Roberts kategorier.

Kategori Roberts	Hverdags- mestring	Naturvitenskapens egenart	Naturvitenskap teknologi og beslutninger	Utvikling av naturvitenskaplige ferdigheter	Korrekte forklaringer	Historisk filosofisk utvikling	Solid grunnlag
Kompetansemål							
”gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien”					XX		X
”gjøre rede for Heisenbergs uskarphetsrelasjoner, beskrive fenomenet sammenfildrede fotoner og gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av dem”		X			XX		X
”drøfte hvordan ulike fysiske teorier kan eksistere ved siden av hverandre, til tross for at de kan være motstridende”		XX				X	
”gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom, og gi eksempel på en vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, og gjøre rede for hvorfor den ikke er avklart”		X				XX	
”beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralyd, ultralyd, ultralyd og magnetisk resonansavbildning”	X				XX		X
”gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd”	X		X				

Tabell 3:

En oversikt over de spesifikke kompetansemålene for Fysikk 2 denne oppgaven vil se på og Roberts sju kategorier. Tabellen viser i hvilken grad de ulike kategoriene er representert i kompetansemålene.

Fra tabell 3 kan vi se at i kompetansemålene som angår de nye temaene i Fysikk 2, står kategoriene ”korrekte forklaringer” absolutt sterkest og ”naturvitenskapens egenart” sterkere representert enn for eksempel ”solid grunnlag” og ”historisk filosofisk utvikling”. Tabellen viser også at ”naturvitenskap, teknologi og beslutninger” står absolutt svakest av de representerte kategoriene, mens ”utvikle naturvitenskapelige ferdigheter” er fraværende i disse kompetansemålene.

4.2 Generell karakteristikk av lærebøkene og behandlingen av de nye temaene spesielt

Her kommer en oversikt og en karakteristikk av de fire lærebøkene vi har i fysikk i norsk skole i dag. Hver bok presenteres gjennom en tabell som viser kvantitative funn for bøkene. Dette inkluderer for eksempel omfanget (antall sider), antall figurer/illustrasjoner, antall eksempler og antall oppgaver. Noen av funnene kommenteres spesielt. Deretter kommer en kort gjennomgang av interessante funn i den tekstlige framstillingen. I avsnitt 4.2.5 presenteres kvantitative funn fra analysen av behandlingen av de nye temaene i fysikk. I siste delkapittel, 4.2.6, vil jeg peke på noen klare forskjeller og likheter mellom de ulike lærebøkene.

4.2.1 Ergo Fysikk 1

Tabell 4 viser kvantitative funn fra Ergo for Fysikk 1.

Kapittel	1 Fysikk - på rett vei	2 Newtons lover	3 Mekanisk energi	4 Termofysikk	5 Bølger, lyd og lys	6 Atomfysikk	7 Kjernefysikk	8 Astrofysikk	9 Elektrisitet	10 Fysikk og teknologi	SUM
Tellinger											
Antall sider	52	34	34	30	32	28	28	42	34	42	356
Antall delkapitler	8	6	7	6	6	4	5	5	6	4	57
Antall eksempler	34	17	17	15	9	9	12	9	22	17	161
Antall figurer / illustrasjoner	44	34	33	29	40	25	18	44	33	42	342
Antall likninger	12	2	18	3	8	7	4	4	12	1	71
Antall formler i sammendrag	9	3	11	6	5	4	5	3	12	2	60
Antall oppgavesider	8	6	5	3	4	3	4	4	6	6	49
Antall oppgaver	50	42	37	35	33	27	36	36	36	31	363
Regneoppgaver	27	23	31	17	20	15	23	12	32	9	209
Beskrivende oppgaver	23	19	6	18	13	12	13	24	4	22	154

Tabell 4:
En kvantitativ sammenfatning av Ergos lærebok i Fysikk 1.

For det første viser tabell 4 at Ergo er preget av relativt få og omfattende kapitler, der kapittel 1, ”Fysikk – på rett vei”, er det absolutt største i omfang. Dette kapittelet er på hele 52 sider. Kapittel 10, ”Fysikk og teknologi”, er også av de større kapitlene, noe som kan tyde på at Ergo har ansett de nye temaene knyttet til teknologi i læreplanen som veldig viktig.

For det andre kan vi se av forholdet mellom antall likninger og antall formler i sammendraget, at Ergo i sin løpende tekst har et begrenset antall mellomregninger. Med tanke på at Fysikk 1 er preget av kvalitative tilnærminger, er dette et funn som bidrar til å vise at Ergo har tatt det kvalitative på alvor. Det er i kapitlene om bevegelse(kap1), mekanisk energi(kap3) og elektrisitet(kap9) det inngår flest likninger og formler, og dette er naturlig med tanke på de kompetansemålene disse kapitlene dekker.

En motsetning til den kvalitative tilnærmingen vi fant over, er antall regneoppgaver i forhold til antall beskrivende oppgaver. Ergo har absolutt flest regneoppgaver i sin bok, noe som flytter fokuset fra en kvalitativ til en kvantitativ tilnærming.

Boken har gjennomgående mange figurer/illustrasjoner. Tellingene tilsier at det er noen færre figurer/illustrasjoner enn det er sideantall i boken, men med tanke på at figurer/illustrasjoner kun er telt i løpende tekst, og sideantallet omfatter oppgavesider også, er det i overkant av en figur/illustrasjon per side i boken.

Videre ser vi av tabell 4 at, med unntak av kapittelet ”Fysikk og teknologi, er det absolutt flest eksempler i de kapitlene som behandler kvantitative temaer.

Bevegelseskapittelet har hele 34 eksempler, mens kjernefysikkapittelet bare har 12 eksempler.

Hvis vi nå går litt bort fra tellingene, og i stedet ser på lærebokens tekstlige framstilling, er det noen områder som skiller seg ut. Allerede i første kapittel er Ergo utradisjonell. Kapittelet er en sammenslåing av et metodekapittel, en introduksjon til fysikk som vitenskap og et bevegelseskapittel. Kapittelet integrerer bevegelse i metodeframstillingen slik at eleven skal se metodene slik de brukes i praktiske eksempler. Dette er en fin måte å introdusere metode på, men man risikerer at metoden blir borte i alle likningene. I og med at kapittelet er stort i omfang, risikerer man at elever kan føle at kapittelet aldri tar slutt. Kapittel 1 tar også for seg temaet alternative forklaringsmodeller, som er nytt i Kunnskapsløftet. Ergo bruker her eksemplene krystallterapi og urgammel naturmedisin.

I kapittel 2 introduseres Newtons lover. Kapittelet er klassisk med ett unntak. Newtons 1. lov introduseres gjennom en historikk – fra Aristoteles via Galilei, til Newton. Dette

framstiller en fysisk lov på en historisk måte, og dette er i aller høyeste grad en interessant tilnærming.

Kapittel 4 omhandler termofysikken. Selv om kompetansemålet som omhandler termofysikken sier at emnet skal behandles kvalitativt, er 6 av 15 eksempler rene regneeksempler. Dette er kanskje ikke så mange, men det medfører at kapittelet fremstår noe mer matematisk og kvantitativt enn hva kompetansemålet tilsier slik jeg leser det. Avslutningsvis i kapittelet bruker Ergo 4 sider på varmepumper, varmemaskiner og energi og samfunnet. Dette er utover kompetansemålet, men allikevel veldig relevant for dagens offentlige debatt.

Kapittel 5 tar for seg bølger, lyd og lys. Her er kompetansemålet ”forklare kvalitativt bøyings- og interferensfenomener” opphav til noen utfordringer. Der Ergo behandler interferens og bøyning, er 2 av 4 eksempler regneeksempler. I tillegg har Ergo valgt å ta med 6 formler, hvorav 3 er uthevet som ”viktige formler” mens 3 er mellomregninger. Dette bidrar til at framstillingen blir kvantitativ, noe som klart går i mot kompetansemålet slik det står skrevet. Ergo har et delkapittel dedikert til lyd, noe som letter jobben i Fysikk 2 der digital behandling og sampling av lyd kommer inn som et kompetansemål.

Kapittel 6 tar for seg atomfysikken og også her innleder Ergo med en historikk. Her går de helt tilbake til det gamle Hellas og opphavet til den naturvitenskapen vi kjenner i dag. Deretter presenteres det periodiske systemet, oppdagelsen av elektronet og planetmodellen. Videre introduseres kvantehypotesen. Her kommer undringen rundt spektrallinjer, Plancks energikvant og Einsteins forklaring om lysets partikkelnatur inn i bildet. Bohrs atommodell behandles gjennom en presentasjon av Bohrs postulater og modellen for hydrogenatomet. En vurdering av Bohrs modell blir presentert i slutten av delkapittelet. Kapittelet framstår som kvalitativt. 4 av 9 eksempler er regneeksempler, og disse finner vi i forbindelse med kvantehypotesen og energinivåene i Bohrs atommodell. Her mener jeg det er helt naturlig å ta med noen enkle regneeksempler og det påvirker ikke det kvalitative inntrykket nevneverdig.

Kapittel 10 heter ”Fysikk og teknologi”. Dette kapittelet er helt nytt med Kunnskapsløftet og dekker alle kompetansemålene i Fysikk 1 som berører teknologi og anvendelser av fysikk. Det vil si både halvlederteknologi, dioder, transistorer, sensorer og lysdetektorer i digital fotografering. Til slutt i kapittelet kommer det en liten notis som heter ”Hva skal vi med fysikk”. Dette er sannsynligvis ment som en oppfordring til å velge fysikk videre.

4.2.2 Ergo Fysikk 2

De kvantitative funnene fra Ergos lærebok i Fysikk 2 er oppsummert i tabell 5.

Kapittel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUM
Tellinger	Rettlinjet bevegelse	Krumlinjet bevegelse	Bevegelsesmengde	Gravitasjon	Elektrisk felt	Magnetisk felt	Induksjon	Relativitetsteori	Kvantefysikk	Digital lyd	
Antall sider	40	34	29	24	24	32	32	40	36	23	314
Antall delkapitler	6	4	4	4	4	6	4	5	5	4	46
Antall eksempler	19	14	13	13	11	7	16	18	15	6	132
Antall figurer / illustrasjoner	41	36	18	18	27	41	38	35	35	25	314
Antall likninger	25	41	13	19	14	11	10	26	12	2	173
Antall formler i sammendrag	15	17	6	9	9	3	6	6	7	0	78
Antall oppgavesider	6	4	2	2	3	4	4	4	4	3	36
Antall oppgaver	42	28	15	18	22	24	21	40	35	23	268
Regneoppgaver	37	25	13	18	22	11	11	22	22	12	193
Beskrivende oppgaver	5	3	2	0	0	13	10	18	13	11	75

Tabell 5:
En kvantitativ sammenfatning av Ergos lærebok i Fysikk 2

Fra tabellen kan vi tekke ut noen spennende tendenser. For det første er det klart at kapitlene som omhandler rettlinjert bevegelse og relativitetsteori er de største i omfang. Begge disse kapitlene strekker seg over 40 sider. Det er også disse to kapitlene, sammen med kvantefysikken, som har absolutt flest oppgaver.

Det er også interessant å se at kapitlet ”Krumlinjet bevegelse” har absolutt flest likninger. Kapitlet har hele 41 likninger på sine 34 sider. Kapitlet om rettlinjert bevegelse har ”bare” 25 likninger på sine 40 sider. Til tross for denne forskjellen, har de to kapitlene tilnærmet likt antall formler i sammendraget. Dette viser at kapitlet ”Krumlinjet bevegelse” består av mange mellomregninger. Ut i fra tabellen ser vi at ”Krumlinjet bevegelse” er det absolutt mest matematiske kapitlet i Ergos bok for Fysikk 2.

Videre er det like mange figurer som det er antall sider, altså er det i snitt en figur per side. Dette gjennomsnittet lyver litt, siden oppgavesidene er med i tellingene av antall sider, mens det på disse sidene ikke er telt med figurer. Figurer er kun telt i den løpende teksten og i eksemplene som er gitt.

Vi kan også se litt på den andre enden av skalaen. Kapitlet ”Digital lyd” er det minste kapitlet, på 23 sider. Kapitlet har færrest eksempler, absolutt færrest likninger og ingen formler i sammendraget. Med tanke på at det kun er gitt to likninger i den løpende teksten, er det interessant å se at over halvparten av oppgavene som er gitt, 12 av 23 er regneoppgaver. Dette gjør at et kapittel som i tellingene framstår som kvalitativt, framstår mer kvantitativt hvis vi gjør en vurdering av oppgavene.

Hvis vi nå går videre og ser på bokens tekstlige framstilling, er følgende funn av interesse:

De første tre kapitlene i boken er rene kvantitative kapitler, hvor viktige temaer innen klassisk fysikk behandles (rettlinjert bevegelse, krumlinjet bevegelse og bevegelsesmengde).

I kapittel 4, ”Gravitasjon”, tar Ergo for seg kompetansemålet ”gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom”. Kapitlet presenterer det geosentriske versus det heliosentriske verdensbildet, og forteller om Galilei, Copernicus og Kepler. Ergo viser til striden mellom kirken og Galilei, og forklarer hvordan denne striden ble lagt død av kirken flere hundre år etter Galileis død.

Kapittel 6 handler om magnetiske felt. Dette kapittelet skiller seg ikke særlig ut, med ett unntak. Kompetansemålet ”beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser med magnetisk resonansavbildning” behandles her. Ergo beskriver hvordan en massespektrograf fungerer, noe som hører til hovedområdet ”fysikk og teknologi”. Et delkapittel er viet magnetisk resonans, og Ergo bruker 3 sider på denne teknologiske anvendelsen hvor fysikken bak MR står i fokus. Delkapittelet framstår noe teoretisk, og anvendelsene står ikke sentralt.

Kapittel 7 tar for seg induksjon, og dekker kompetansemålet ”gjøre rede for teknologiske anvendelser av induksjon”. Det nevnes flere anvendelser; elektrisk generator og transformatorer der elektrisk tannbørste, vannverk og kokeplater brukes som eksempler. Delkapittelet som tar for seg teknologiske anvendelser er på 7 sider, og er altså relativt omfattende.

Kapittel 8 tar for seg relativitetsteorien, herunder både den spesielle og den generelle. Den generelle relativitetsteorien behandles over 11 sider. Kompetansemålet lyder ”gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien”. Ergo har allikevel valgt å ha med mange likninger i denne delen, noe som til en viss grad går i mot kompetansemålet. På den måten heller Ergo mot mer bruk enn forståelse, noe som gjør behandlingen kvantitativ og ikke kvalitativ.

Kapittel 9 omhandler kvantefysikk. Dette kapittelet tar for seg tre av temaene som er av interesse for min oppgave: sammenfiltrede fotoner og motstridende sameksisterende teorier, i tillegg til innføring i røntgenstråling og CT som kommer inn under temaet medisinske anvendelser av fysikk. Røntgenstråling og CT blir dekket på 3 sider i kapittelet, noe som ikke kan sies å være spesielt inngående. Kapittelet tar for seg uskarphet, kvantefysikk og sannsynlighet, elektromagnetiske bølger og polarisert lys før det går inn på selve fenomenet sammenfiltrede fotoner. Temaet er behandlet på 6 sider. Kapittel 9 avsluttes med en kort innføring i elementærpartikler, en forklaring av standardmodellen og hvordan standardmodellen og den generelle relativitetsteorien er to fysiske sameksisterende teorier som er motstridende. Ergo sier at disse to teoriene er motstridende på mikronivå, og bruker dette eksempelet for å oppfylle kompetansemålet ”drøfte hvordan ulike fysiske teorier kan eksistere ved siden av hverandre, til tross for at de kan være motstridende”.

Kapittel 10 har tittelen ”Digital lyd”, og omhandler kompetansemålene; ”gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd” og ”beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som ultralyd”. Innledningsvis kommer en kort repetisjon av lydbølger, før det redegjøres for sampling og digital behandling av lyd. Siste del av kapittelet tar

for seg ultralyd og bruk av dette innenfor medisinen. I tillegg nevner Ergo bruk av dopplereffekt til å se på blodstrømmer.

4.2.3 Rom Stoff Tid(RST) Fysikk 1

Tabell 6 viser noen kvantitative funn fra Rom Stoff Tids lærebok i Fysikk 1.

Kapittel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	SUM
Tellinger	Velkommen til fysikk	Lys og bølger	Kvanter og atomer	Kjernefysikk	Bevegelse	Kraft og bevegelse	Arbeid og energi	Naturvitenskapen fysikk	Termofysikk	Astrofysikk	Elektrisitet	Halvleder-teknologi	Kosnologi	
Antall sider	4	24	20	20	28	26	28	18	28	28	36	16	18	294
Antall delkapitler	1	4	3	3	4	5	5	3	5	3	6	4	2	48
Antall eksempler	0	3	4	4	11	12	15	0	5	2	15	0	1	72
Antall figurer / illustrasjoner	4	30	19	14	25	27	29	14	28	26	35	30	20	301
Antall likninger	1	5	9	25	17	9	24	0	7	7	22	1	3	130
Antall formler i sammendrag	0	2	2	1	8	3	7	0	2	1	10	0	1	37
Antall oppgavesider	0	3	2	2	4	3	4	2	3	2	5	1	1	32
Antall oppgaver	0	23	14	18	28	26	27	20	33	23	34	8	12	266
Regneoppgaver	0	10	6	7	22	14	21	0	13	7	25	1	3	129
Beskrivende oppgaver	0	13	8	11	6	12	6	20	20	16	9	7	9	137

Tabell 6:

En kvantitativ sammenfatning av RSTs lærebok i Fysikk 1

RST har 13 kapitler i sin lærebok i Fysikk 1. Kapitlet som omhandler elektrisitet er størst og har flest oppgaver. Dette er også et av de kapitlene som har flest figurer/illustrasjoner, eksempler og likninger. I tillegg er det elektrisitetskapitlet som har flest formler i sammendraget. Elektrisitet er et stort felt, og at dette er et stort kapittel er ikke så rart, men en så stor størrelsesforskjell er allikevel påtakelig. Sammen med elektrisitetskapitlet, har kapitlene som omhandler kjernefysikk og arbeid og energi flest likninger. At kjernefysikk-kapitlet har så mange likninger, skyldes i hovedsak at RST viser mange reaksjonslikninger.

Det er stor forskjell på antall likninger i den løpende teksten(130) og antall formler i sammendragene(37). Dette viser at RST har med en del mellomregning i den løpende teksten.

En gjennomgående tendens i RSTs lærebok for Fysikk 1, er at kapitlene inneholder flere beskrivende oppgaver enn regneoppgaver. Bare tre kapitler avviker fra dette; ”Bevegelse”, ”Arbeid og energi” og ”Elektrisitet”. Det betyr at det er ti kapitler som har størst andel beskrivende oppgaver. I kapitlet ”Naturvitenskapen fysikk” har RST 20 oppgaver. Alle disse er beskrivende oppgaver, noe som stemmer godt med de kvalitative formuleringene i læreplanen.

Når vi summerer totalt antall oppgaver, ser vi at forskjellen mellom beskrivende oppgaver og regneoppgaver er mindre enn den overnevnte observasjonen skulle tilsi. Den lille forskjellen som er, går i favør beskrivende oppgaver. Dette er i tråd med det kvalitative fokuset som ligger i Fysikk 1.

Hvis vi ser på lærebøkens tekstlige framstilling, er det flere momenter ved denne som er av interesse.

For det første åpner RST med moderne fysikk, for deretter å bevege seg over i den klassiske fysikken. Dette er et interessant valg som jeg vil komme tilbake til i forbindelse med intervju av lærebokforfatterne.

RST åpner sin Fysikk 1-bok med et kapittel som heter ”Velkommen til fysikk”. I dette kapitlet beskrives fysikk som fag og hvordan metode i fysikk fungerer. Kapitlet bruker lys som eksempel, og viser hvordan man gjennom eksperimenter og hypotesetesting kommer fram til resultater. Kapitlet er på 3 sider, noe som ikke kan sies å være særlig omfattende, men det fungerer som en introduksjon til fagfeltet fysikk.

Kapittel 2 tar for seg lys og bølger. Kapittelet har 2 eksempler, og begge er regneeksempler. Det ene av disse eksemplene går på interferens. I tillegg har kapittelet med noen ”blå rammer” som forklarer visse hverdagsfenomener, for eksempel fargen til solnedganger og hvordan flytrafikk kan påvirke tv-signaler. RST behandler selve temaet lys og bølger kvalitativt, men innenfor interferens har de tatt med formelen for maksimal forsterkning og utsløkking. Ved å gjøre dette, går RST utover kompetansemålet i læreplanen.

Det tredje kapittelet heter ”Kvanter og atomer”. Med unntak av formelen for fotonenergi og formelen for Bohrs energinivåer i hydrogenatomet, er kapittelet fritt for uthevede likninger. Allikevel er de fire eksemplene som er gitt regneeksempler. I rammen ”Niels Bohrs vei til en modell for atomet” viser RST hvordan den naturvitenskapelige forskningen fungerer ved å se på livet til en av de store personene innen moderne fysikk.

Kapittel 4, ”Kjernefysikk”, viser en del reaksjonslikninger og disse bidrar til at den løpende teksten virker noe matematisk. Eksemplene er regneeksempler, hvor balansering av reaksjonslikninger står sentralt. Avslutningsvis beskrives hvordan man i dag benytter seg av fisjonsenergi. Det gis innblikk i hvordan kjerneenergi utnyttes, noe som gir en bedre forståelse i deler av energidebatten.

Kapittel 6 omhandler kraft og bevegelse. Innledningsvis påpeker RST hvordan ordet kraft kan brukes om mye i dagligtalen men at i fysikkens verden er kraft et helt konkret begrep. Her tar RST tak i det som for mange kan være problematisk ved krefter, nemlig hverdagsforestillingene⁴. Når RST så skal presentere Newtons lover, gjør de det i en litt uvanlig rekkefølge. Newtons 3. lov presenteres først, og deretter presenteres Newtons 1. og 2. lov.

I det åttende kapittelet, som heter ”Naturvitenskapen fysikk”, behandles tre av de nye temaene; fysisk metode, alternative forklaringsmodeller og hvordan forskerens holdinger, erfaringer og forventninger kan påvirke forskningen. Kapittelet åpner med en historisk utvikling fra naturfilosofene i det gamle Hellas og fram til Bohr og Einstein. Videre beskriver RST hvordan man utvikler objektiv kunnskap⁵ og forskersamfunnets idealer og den hypotetisk-deduktive metoden presenteres. RST forklarer hva som skiller teorier, lover og modeller og presenterer naturvitenskapen muligheter og begrensninger.

⁴ For utdypelse av hva hverdagsforestillinger innebærer, se for eksempel Angell(1996) eller Sjøberg(2005)

⁵ RST definerer objektiv kunnskap som kunnskap som kan etterprøves og som er uavhengig av personen som formulerte den.

Til slutt kommer et avsnitt som peker på alternative forklaringsmodeller. RST bruker nettstedet ”det grønne rommet” som eksempel på en alternativ forklaringsmodell.

Kapittel 9 tar for seg termofysikken. RST har valgt å ta med termisk stråling i dette kapittelet, og her presenteres Stefan-Boltzmanns lov og Wiens forskyvningslov. Kapittelet framstår kvalitativt med mye tekst.

Det ellefte kapittelet, ”Elektrisitet”, er kvantitativt og klassisk kapittel. RST har valgt å beskrive forskjellen på ledere, isolatorer og halvledere under delkapittelet ”sammenheng mellom strøm og spenning”. Dette kommer også tilbake i neste kapittel.

Kapittel 12 heter ”Halvlederteknologi”, og i dette kapittelet dekkes kompetansemålene som omhandler halvledere, ledere og isolatorer og doping av halvledere, transistorer og dioder, lysdetektorer brukt i digital fotografering og karakterisering av sensorer. Kapittelet er beskrivende og fremstår som kvalitativt.

Siste kapittelet i boken er ”Kosmologi”, og RST deler på den måten astronomien inn i to deler. Dette kapittelet presenterer ”Big Bang”-teorien og en universets historie. Forskning på bakgrunnsstråling og debatten rundt mørk materie er temaer som tas opp i kapittelet.

4.2.4 Rom Stoff Tid(RST) Fysikk 2

Tabell 7 viser en sammenfatning av de kvantitative funnene i RSTs lærebok for Fysikk 2.

Kapittel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUM
Tellinger	Fire ideer som forandret verden og vårt syn på den	To bevaringslover	Relativitets-teori	Kvante-fysikk	Partikkel-fysikk	Bevegelse	Kraft og bevegelse	Gravitasjonsfelt	Elektrisk felt	Magnetisk felt	Induksjon	Teknologi	
Antall sider	14	26	29	20	23	32	26	22	22	28	20	21	283
Antall delkapitler	4	3	5	4	4	4	3	5	4	3	4	4	47
Antall eksempler	0	12	3	5	3	11	11	6	11	9	6	2	79
Antall figurer / illustrasjoner	23	32	10	22	17	32	35	16	22	36	22	27	294
Antall likninger	0	7	11	5	8	48	12	10	15	9	15	4	144
Antall formler i sammendrag	0	8	5	6	0	15	6	4	6	4	5	0	59
Antall oppgavesider	0	3	2	2	2	4	4	2	3	4	3	2	31
Antall oppgaver	0	18	16	21	16	24	24	17	16	23	14	14	203
Regneoppgaver	0	17	11	10	3	22	18	13	12	12	10	6	134
Beskrivende oppgaver	0	1	5	11	13	2	6	4	4	11	4	8	69

Tabell 7:

En kvantitativ sammenfatning av RSTs lærebok i Fysikk 2

Kapittel 6, "Bevegelse", er det største, med 32 sider, mens kapittel 1, "Fire ideer som forandret verden og vårt syn på den", er det minste kapittelet med 14 sider. Videre overgår totalt antall figurer/illustrasjoner totalt antall sider. Tellingene for de ulike kapitlene avdekker at det er relativitetskapittelet som har færrest figurer/illustrasjoner, mens kapitlene "Kraft og bevegelse" og "Magnetisk felt" har flest figurer/illustrasjoner.

Når det gjelder antall likninger, er det ett kapittel som skiller seg klart fra de andre. Bevegelseskapittelet har hele 48 likninger, mens de andre kapitlene har et gjennomsnittlig antall likninger på rundt 10. Selv om kapittelet "Bevegelse" er noe større enn de andre kapitlene, er dette fortsatt et høyt antall likninger, og det viser at den løpende teksten i bevegelseskapittelet består av mye mellomregninger. Dette underbygges ved at sammendraget består av "bare" 15 viktige formler.

På tolv kapitler har RST 203 oppgaver, og disse fordeler seg ganske jevnt på de ulike kapitlene. Unntaket er kapittel 1, som ikke har noen oppgaver i det hele tatt. De fleste kapitlene har flere regneoppgaver enn beskrivende oppgaver. Unntakene er "Kvantefysikk", "Partikkelfysikk" og "Teknologi".

I den tekstlige framstillingen i læreboken, er det interessant å merke seg:

Det første kapittelet i boken, "Fire ideer som forandret verden og vårt syn på den", er en historikk. Dette tar for seg fire av de største framskrittene i fysikkens historie. Kapittelet viser hvordan fysikken har jobbet seg framover og peker på historiske gjennombrudd, for eksempel overgangen fra det geosentriske til det heliosentriske verdensbildet og metodisk utvikling. Videre fremhever det hvordan nye metoder stadig bidrar til at vitenskapen utvikler seg og nye metoder i kvantefysikken og astrofysikken er trukket fram som eksempler.

Kapittel 4 heter "Kvantefysikk". Her introduseres fotoelektrisk effekt, fotonets bølge og partikkelegenskaper, Heisenbergs uskarphetsrelasjon og Schrödingers sannsynlighetsfordeling. Sammenfildrede fotoner kommer inn i dette kapittelet. RST presenterer dette fenomenet gjennom en historiefortelling om Bohr og Einstein og uenighetene dem i mellom og hvordan denne striden ble avgjort. I motsetning til Ergo bruker ikke RST særlig plass på polarisasjon, og fremstiller stoffet på en ren kvalitativ måte. Delkapittelet som omhandler sammenfildrede fotoner er i RST på 4 sider.

Det femte kapittelet omhandler partikkelfysikken. Kapittelet fremstår rent kvalitativt, med unntak av bevaringslovene i partikkelfysikken. Avslutningsvis presenterer RST

standardmodellen, noen dagsaktuelle forskningsområder, CERN som forskningsinstitusjon og noen problemstillinger ved forskning.

Kapittel 8 heter ”Gravitasjonsfelt”. I siste del av dette kapitlet introduserer RST den generelle relativitetsteorien. 5 sider er satt av til behandlingen av temaet, og delkapitlet er rent kvalitativt. GPS brukes for å illustrere hvordan den generelle relativitetsteorien anvendes i praksis.

Kapittel 10 handler om magnetiske felt, mens kapittel 11 tar for seg induksjon. Mot slutten av kapittel 11 nevner RST noen eksempler på anvendelser av induksjon der de beskriver virkemåten til en vekselstrømgenerator og en transformator. RST har sammenfattet anvendelsene av fysikk i et eget kapittel i slutten av boken.

Kapittel 12 heter ”Teknologi” og her presenteres medisinske anvendelser av fysikk(røntgen, CT, MR og ultralyd) og sampling og digital behandling av lyd.

4.2.5 De nye temaene i læreplanen for fysikk

Tabell 8 presenterer noen kvantitative resultater for hvordan de ulike læreverkene behandler de nye temaene i læreplanen for fysikk.

Tema	Vitenskaplig metode og forskning		Alternative forklaringsmodeller		Halvleder-teknologi og sensorer		Digital bildebehandling		Generell relativitet		Sammenfjtrede fotoner		Vitenskaplige strider		Medisinske anvendelser		Lydbehandling		SUM		
	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	Ergo	RST	
Telling																					
Antall sider	12	15	3	2	26	13	7	4	11	5	6	4	5	11	12	12	14	6	96	72	
Antall delkapitler	3	3	0	1	3	4	1	0	1	1	1	1	1	4	3	3	3	1	16	18	
Antall eksempler	8	0	2	0	14	0	3	0	4	0	3	1	2	0	4	2	4	0	44	3	
Antall figurer / illustrasjoner	8	18	3	0	32	31	9	3	15	5	6	5	8	16	16	16	19	6	116	100	
Antall likninger	0	0	0	0	1	1	0	0	7	0	1	1	0	0	1	4	2	2	12	8	
Antall formler i sammendrag	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	2	2	
Antall oppgaver	19	18	1	2	25	7	6	1	9	3	4	3	2	2	13	8	18	6	97	50	
Regneoppgaver	0	0	0	0	5	1	4	0	2	0	0	0	2	0	4	2	10	4	27	7	
Beskrivende oppgaver	19	18	1	2	20	6	2	1	7	3	4	3	0	2	9	6	8	2	70	43	

Tabell 8:
Kvantitative funn for de nye temaene i læreplanen i RST og Ergo

Totalt bruker RST 69 sider av lærebøkene sine på de nye temaene i Kunnskapsløftet. RST bruker relativt liten plass på halvlederteknologi(13 sider) og på digital bildebehandling(4 sider). Derimot bruker RST 11 sider på vitenskapelige strider.

Når det gjelder antall eksempler, ser vi at RST kun har med 3 eksempler i behandlingen av de nye temaene i læreplanen. Antall likninger er også forholdsvis lite(8 stk), mens RST ikke har noen formler tilknyttet de nye temaene i sammendragene. RST har 50 oppgaver knyttet til de nye temaene i læreplanen og av disse er 7 regneoppgaver, mens 43 er beskrivende oppgaver. Ut i fra disse tallene, trekker jeg den slutningen at de nye temaene i Kunnskapsløftet er behandlet kvalitativt i RST.

Ergo bruker totalt 96 sider på de nye temaene i Kunnskapsløftet. 26 av disse går til halvlederteknologi og sensorer og 14 sider brukes på lydbehandling. Ergo bruker også 7 sider på digital bildebehandling og har dette som et eget delkapittel. Totalt har Ergo 44 eksempler knyttet til de nye temaene i læreplanen. Av disse er 14 tilknyttet halvledere og sensorer. Ellers er eksemplene nokså jevnt fordelt på de andre temaene.

I forbindelse med den generelle relativitetsteorien velger Ergo å ha med 7 likninger. Ingen av disse er med i sammendraget. Det er også interessant å se på oppgaveomfanget. Ergo har hele 97 oppgaver knyttet til de nye temaene i læreplanen. Det vil si at om lag en av seks oppgaver i Ergo er knyttet til disse temaene. Av de 97 oppgavene er 27 oppgaver regneoppgaver, mens 70 er beskrivende oppgaver.

4.2.6 Noen sammenlikninger

De kvantitative funnene viser at det er noen klare forskjeller på de to læreverkene. Generelt ser vi at Ergo gjennomgående har flere sider enn RST. Dette gjelder både Fysikk 1 og Fysikk 2. Den løpende teksten er om lag 50 sider lenger i Ergos Fysikk 1-lærebok, mens den er ca. 35 sider lengre i Fysikk 2. Man kan være fristet til å tro at siden RST er trykket i et større format, så forsvinner denne forskjellen fordi RST får plass til mer stoff per side, men det er ikke tilfellet. Sidene er større, men det er mer "luft" på RST sine sider, slik at stoffmengden per side er tilnærmet like stor i de to læreverkene. Ergo har altså mer stoff i sine bøker enn RST.

Ergo har også flere oppgaver enn RST både i Fysikk 1 og i Fysikk 2. RST derimot har en større andel beskrivende oppgaver enn hva Ergo har. I sin lærebok for Fysikk 1 har RST en andel beskrivende oppgaver på 52 %, mens Ergo har en andel på 42 %. I Fysikk 2 er andelen beskrivende oppgaver i RST 34 %, mens den i Ergo er 28 %. Disse tallene tyder på at særlig i Fysikk 1 har RST hatt større vekt på en kvalitativ tilnærming enn

Ergo. I Fysikk 2 er ikke forskjellen like stor, men også her har Ergo en klart større andel regneoppgaver enn RST.

Når det gjelder bruk av figurer/illustrasjoner er læreverkene relativt like. Gjennomsnittet ligger på litt over en figur/illustrasjon per side.

RST har klart flere likninger enn Ergo i Fysikk 1 og forskjellen kommer særlig til uttrykk i kapittelet kjernefysikk. I Ergo har dette kapittelet 4 likninger, mens RST har 25 likninger. Også i elektrisitetskapittelet er forskjellen stor. Her har RST 22 likninger, mens Ergo har 12 likninger.

Videre er det interessant å se at selv om RST har absolutt flest likninger i sin lærebok i Fysikk 1, så har Ergo flest formler i sammendragene. Ergo har 60 formler i sine sammendrag, mens RST har 37. Det innebærer at Ergo, som har 71 likninger i den løpende teksten, anser så mye som 85 % av disse som viktige, mens RST kun anser 28 % av likningene i den løpende teksten som særlig viktig. Dette viser at RST har flere mellomregninger enn Ergo. I Fysikk 2 har Ergo flere likninger og formler i sammendraget enn RST. Her er derimot forskjellene mindre enn hva vi observerer i Fysikk 1. I begge Fysikk 2-bøkene er forholdet mellom antall formler i sammendraget og antall likninger ca. 40 %. Det er ikke stor forskjell i hvilke formler bøkene har valgt å ta med, bare i antall trinn formlene presenteres.

Hvis vi nå skal sammenlikne den tekstlige framstillingen i bøkene, finnes det både likheter og forskjeller her. Den mest åpenbare forskjellen er at RST i sine lærebøker velger å åpne med moderne fysikk, mens Ergo er mer tradisjonelle i sin tilnærming og åpner med den klassiske fysikken. Dette gjelder både i Fysikk 1 og i Fysikk 2.

En annen generell forskjell, er kapittelintroduksjonene i lærebøkene. Ergo begynner hvert kapittel med å bringe fysikken ned på jorda. De appellerer til elevenes hverdag og undring knyttet til denne. RST åpner hvert kapittel med et dikt eller sitat, og disse er av filosofisk natur. På den måten løfter de fysikken opp på et noe mer filosofisk plan. Dette er en grunnleggende forskjell, på samme måte som struktureringen i bøkene. Den tyder på en klar forskjell i synet på fysikk, og på hvordan fysikken bør viderefremidles. Noen av resultatene fra intervjuene vil underbygge disse forskjellene, og vise at de ulike forfatterteamene har veldig ulike syn på skolefysikken og hvordan den best når fram til elevene.

I Fysikk 1 velger Ergo å implementere fysikkens egenart og den fysiske metode inn i sitt første kapittel, som også omhandler bevegelse. RST velger derimot å introdusere

fysikk som fagdisiplin og fysikkens metode og vitenskapshistorie i to frittstående kapitler. Dette bidrar til at RST har flere kapitler enn Ergo. Begrunnelsen for disse valgene kommer til uttrykk gjennom resultater fra intervjuene.

RST har valgt å ikke ta med lyd i sitt bølgekapittel i Fysikk 1, mens Ergo har lyd som et delkapittel. I Fysikk 2 kommer sampling og digital behandling av lyd inn som et kompetansemål, og Ergo har dermed lettet noe av jobben her, mens RST må introdusere lydbølger i Fysikk 2. Dette er et eksempel på at de to lærebøkene velger å behandle kompetansemål forskjellig.

Begge bøkene i Fysikk 1 har egne avsnitt som omhandler alternative forklaringsmodeller, men de har valgt ulike eksempler. Ergo bruker eksempelet ”krystallterapi” og trekker frem urgammel naturmedisin i sin beskrivelse av det de kaller pseudovitenskaper. RST bruker nettstedet ”det grønne rommet” som eksempel på alternative forklaringsmodeller. Begge bøkene viser hvordan et naturvitenskapelig språk blir brukt for å selge et ikke-naturvitenskapelig produkt.

Også på plassering av temaer skiller bøkene seg fra hverandre. RST har valgt å ta med Stefan-Boltzmanns lov og Wiens forskyvningslov under termisk stråling i sitt termofysikk-kapittel, mens Ergo har med disse formlene i sitt astrofysikk-kapittel.

Begge lærebøkene bruker enkelte steder historiefortelling for å introdusere temaer. Det som skiller dem, er hvor de velger å bruke denne teknikken. Ergo bruker en historisk tilnærming i kapitlene som omhandler Newtons lover og atomfysikk. RST bruker historiefortelling i sitt kapittel ”Naturvitenskapen fysikk”. I tillegg introduserer RST noe historie i sine blå rammer.

Bøkene i Fysikk 1 går enkelte steder utover læreplanen. Ergo har for eksempel med et avsnitt om varmempumper, varmemaskiner og energi i samfunnet i sitt kapittel om termofysikk, mens RST har tatt med utnyttelse av fisjonsenergi i kapittelet ”Kjernefysikk”. Når det gjelder kompetansemålene som omhandler teknologi, skiller også bøkene seg noe fra hverandre. Ergo har et eget delkapittel som tar for seg digital fotografering, mens RST kun beskriver fotodioder som en del av et diode-delkapittel. Ergo har behandlet kompetansemålet ”gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video” mye mer inngående enn hva RST har gjort. Dette er gjennomgående for alle temaene knyttet til teknologi. I Ergo er kapittelet ”Fysikk og teknologi” på 42 sider, mens kapittelet ”Halvlederteknologi” i RST er på 16 sider.

I Fysikk 2 behandler bøkene temaene knyttet til vitenskapelige strider noe ulikt, og bruker noen ulike eksempler. Begge bøkene viser til skiftet fra et geosentrisk verdensbilde til et heliosentrisk verdensbilde som en strid som ble avklart. RST bruker også uenigheten mellom Bohr og Einstein rundt tolkingen av kvantefysikken som eksempel, og viser hvordan denne konflikten ble løst gjennom Aspects forsøk. RST henter fram flere eksempler på avklarte strider, mens Ergo velger å presentere bare ett eksempel. Begge har sånn jeg ser det, fullt belegg i læreplanen for sitt valg. Når det gjelder sameksisterende motstridende teorier, er begge bøkene mer vage. Ergo har valgt å vise hvordan standardmodellen og den generelle relativitetsteorien er ikke er sammenfallende i det overlappende gyldighetsområde. I tillegg bruker begge bøkene lysets partikkel-bølge-dualitet som eksempel på at to teorier kan eksistere ved siden av hverandre selv om de er motstridende. Ingen av bøkene derimot, legger særlig vekt på ordet ”strid”, men snakker om teorier med ulike gyldighetsområder og hvordan det i noen tilfeller er problemer i overlappingen mellom disse gyldighetsområdene.

En annen forskjell, er plasseringen av den generelle relativitetsteorien i Fysikk 2. Ergo behandler dette som en del av sitt relativitetskapittel, mens RST har valgt å legge den generelle relativitetsteorien inn i sitt kapittel om gravitasjonsfelt. Dette er en ganske klar forskjell i hvordan man legger opp temaene i boken, og hvordan man ser på temaers tilhørighet i fysikken.

På samme måte som for generell relativitetsteori, velger de ulike bøkene å plassere medisinske anvendelser av fysikk ulikt i bøkene. RST samler alle anvendelser av fysikk, med unntak av induksjon, i et eget teknologikapittel. Ergo på sin side har valgt å ta de ulike medisinske anvendelsene komme i forbindelse med den fysikken de anvender. Det innebærer at MR(magnetisk resonans) kommer i kapittelet om magnetiske felt, CT og røntgen kommer i kapittelet om kvantefysikk, mens ultralyd kommer som en del av sitt ”Digital lyd”-kapittelet. Ved å la ”Digital lyd” være et eget kapittel gir Ergo dette temaet samme status som for eksempel induksjon og gravitasjon. RST har digital lyd som en del av sitt teknologikapittel.

Når det gjelder sammenfildrede fotoner, som er det temaet det har vært mest diskusjon rundt i forbindelse med Kunnskapsløftet, behandler bøkene i Fysikk 2 dette noe forskjellig. RST behandler fenomenet rent beskrivende, og bruker uenigheten mellom Einstein og Bohr som en innfallsvinkel til fenomenet. Ergo bruker en noe mer teoretisk tilnærming. Boka innleder med en seksjon om polarisert lys, og gir en forklaring på hva dette er før sammenfildrede fotoner beskrives. Ergo har også med flere eksempler på anvendelse av sammenfildrede fotoner, samt en analogi i et forsøk på å gjøre fenomenet noe mer tilgjengelig. Av de to læreverkene, behandler Ergo temaet noe mer inngående,

mens RST velger en mer historisk-filosofisk presentasjon av dette vanskelige fenomenet.

4.3 Lærebøkene i lys av Roberts

Tabell 9 viser hvordan Roberts kategorier kommer til uttrykk i den tekstlige framstillingen av de nye temaene i Ergo og Rom Stoff Tid(RST).

XX betyr at kategorien i stor grad er representert i den tekstlige framstillingen, X betyr at kategorien i en viss grad er representert i den tekstlige framstillingen, mens ingen kryss betyr at kategorien ikke er representert i teksten.

Roberts kategorier	Hverdags- mestring		Naturvitenskapens egenart		Naturvitenskap, teknologi og beslutninger		Utvikling av naturvitenskapelige ferdigheter		Korrekte forklaringer		Historisk filosofisk utvikling		Solid grunnlag	
	<i>Ergo</i>	<i>RST</i>	<i>Ergo</i>	<i>RST</i>	<i>Ergo</i>	<i>RST</i>	<i>Ergo</i>	<i>RST</i>	<i>Ergo</i>	<i>RST</i>	<i>Ergo</i>	<i>RST</i>	<i>Ergo</i>	<i>RST</i>
Vitenskapelig metode og forskning	X	X	XX	XX	X	X	X				X	XX		
Alternative forklaringsmodeller	X	X	XX	X		X								
Halvlederteknologi og sensorer	X								XX	XX	X		X	
Digital bildebehandling	X								XX	XX				
Generell relativitet			X	X					X			XX	XX	X
Sammenfittede fotoner	X		X	X					XX			XX	X	X
Vitenskapelige strider			XX	XX									X	
Medisinske anvendelser	X				X					XX	X			X
Lydbehandling							X		XX	XX	X			X

Tabell 9:

Grad av synlighet av Roberts kategorier i den tekstlige framstillingen av nye temaer i læreplanen i Ergo og RST.

Tabell 9 viser at Ergo legger stor vekt på kategorien ”korrekte forklaringer” i sin tekstlige framstilling av de nye temaene i læreplanen. Med noen unntak, er dette den kategorien som står absolutt sterkest i de kapitlene og delkapitlene som omhandler de nye temaene.

I Fysikk 2 står blant annet følgende om røntgenbilder ved medisinske undersøkelser:

”Når røntgenstråling blir sendt mot kroppen, vil de delene som inneholder de tyngste atomene absorbere mest stråling. Kalsiumatomene i bein er relativt tunge. Områder med bein ser lyse ut på et røntgenbilde. Røntgenstrålene går lett gjennom fettvev, fordi atomene her er lette. Slikt vev ser mørkt ut på et røntgenbilde. Grunnstoffer som barium og jod absorberer røntgenstråler veldig godt. Ved å sprøyte slike kontraststoffer inn i kroppen kan vi tydelig se hvordan kontraststoffene fordeler seg i kroppen.” Ergo Fysikk 2, s.262

Dette er eksempel på hvordan kategorien ”korrekte forklaringer” kommer til uttrykk. Det gis en forklaring på hvordan røntgen brukes i medisin og hva en kan få ut av slike bilder. Det er resultatene av mange års forskning som presenteres og som elevene skal lære.

I tillegg til ”korrekte forklaringer” står også ”hverdagsmestring” sentralt i Ergos lærebøker. Dette kommer av at Ergo tar utgangspunkt i elevenes virkelighet i sin tekstlige framstilling, og bruker hverdagsfenomener og hverdagsundring som dør inn til fysikken. På den måten åpner man for at fysikken ikke bare er noe svevende som ikke angår elevene i deres daglige liv, men at det også kan ha praktisk nytte i hverdagen. I innledningen til kapittelet ”Fysikk og teknologi” kan vi lese:

”Vi lever i et digitalt samfunn. Datamaskiner er blitt en naturlig del av hverdagen vår, både i jobb og fritid. Ved hjelp av en datamaskin og Internett kan vi dra på handletur, bestille feriereiser og treffe andre mennesker uten å forlate sofakroken. Med en MP3-spiller kan vi høre på musikk som vi har lastet ned fra nettet, samtidig som vi bruker datamaskinen til å se på digitalbildene vi tok i sommerferien.(...) Du har kanskje lest at de nyeste prosessorene inneholder over hundre millioner transistorer.(...) All denne nye teknologien virker veldig fascinerende, og du tenker sikkert at det hadde vært gøy å vite mer om hvordan alt fungerer!” Ergo Fysikk 1, s.320

Her trekker Ergo fysikken ned på jorda, og elevene får inntrykk av at det som kommer har direkte tilknytning til deres virkelighet. Resten av kapittelet er preget av beskrivelser av ulike teknologiske komponenter, men gjennomgående med utgangspunkt i bruk av teknologien. I forbindelse med digital fotografering står følgende:

”Når vi eksponerer fotodioden for lys, blir det eksitert elektroner til ledningsbåndet i halvlederen som dioden er laget av. Ladningene som samler seg i hver fotodiode, er tilnærmet proporsjonal med intensiteten av lyset som faller inn på den aktuelle dioden. Denne ladningen lar seg avlese, og de avleste verdiene blir digitalisert og lagret i en minnebrikke. Resultatet er et rutenett med tallverdier som representerer lysintensiteten i hvert bildepunkt, altså et digitalt bilde. Til slutt slettes ladningen i hver fotodiode, og kameraet er klart til å ta et nytt bilde.” Ergo Fysikk 1, s.339

Sitatet tilhører kategorien ”korrekte forklaringer”, men viser hvordan Ergo allikevel knytter stoffet til hverdagsbruk og beskriver hva som skjer fra vi trykker på knappen når vi skal ta et bilde til neste gang vi kan gjøre det. På den måten bidrar det til forståelse av hva som skjer ved en konkret handling eleven gjør flere ganger i uken, og hverdagsmestring er underliggende for de forklaringene som gis.

Et annet eksempel på hverdagsmestring er hentet fra den tekstlige framstillingen av alternative forklaringsmodeller:

”Har du hørt om magnethealing eller polaritetsterapi? Begge deler er eksempler på alternativ medisin. Det kan være vanskelig å vurdere slike alternative metoder. De er gjerne pakket inn i mange naturvitenskapelige ord, men uten at de strenge kravene i naturvitenskapen ligger til grunn. Mange blir nok imponert over ordene, og slutter å stille spørsmål bare fordi det høres fint ut.” Ergo Fysikk 1, s.42

Her blir eleven gjort oppmerksom på at alt som er kledd inn i fine naturvitenskapelige ord, ikke nødvendigvis er naturvitenskap. Dette er et viktig redskap for eleven å ta med ut i den informasjonsstrømmen vi i dag er utsatt for, og bidrar til at elevene kan bli bedre rustet til å sile ut hva som er naturvitenskap og hva som er alternative forklaringer.

Vi ser også at ”naturvitenskapens egenart” står sentralt i formidlingen av vitenskapelig metode, alternative forklaringsmodeller og vitenskapelige strider. Dette er i tråd med hvordan jeg tidligere i denne oppgaven tolket kompetansemålene knyttet til disse temaene. Ergo sier blant annet:

”Fysikken forsøker å beskrive de grunnleggende sammenhengene i naturen. Alt fra det største til det minste. Fra universets gåter til hva som er inne i atomkjernen. Ganske ambisiøst – ikke sant?” Ergo Fysikk 1, s.7

Bruken av ”- ikke sant?” her, viser hvor tydelig Ergo snakker til eleven. Teksten oppfordrer elevene til å svare, og involverer dem direkte.

”Naturvitenskapens egenart” kommer også til uttrykk flere steder.

”Vitenskapelig metode er en tidkrevende prosess med mye innebygd skepsis. Det skal være mulig både å etterprøve og forsøke å motbevise alle påstander.” Ergo Fysikk 1, s.9

Dette er eksempler som viser at Ergo beskriver den naturvitenskapelige måten å arbeide på, og den overordnede målsetningen for fysikk som fagdisiplin. På den måten gjør de et poeng av fagets egenart og hvordan fagfeltet jobber seg framover.

”Naturvitenskap, teknologi og beslutninger” og ”historisk filosofisk utvikling” sammen med ”utvikling av naturvitenskapelige ferdigheter” er de av Roberts kategorier som står svakest i Ergos tekstlige framstilling i læreboken.

Tabell 9 viser også hvordan Roberts kategorier kommer til uttrykk i RSTs tekstlige framstilling. I motsetning til Ergo, som har ”hverdagsmestring” som en av de kategoriene som er sterkest representert, har RST en større tyngde innenfor kategorien ”historisk filosofisk utvikling”. ”Naturvitenskapens egenart” og ”korrekte forklaringer” er også sterke kategorier i RSTs behandling av de nye temaene i læreplanen.

Et eksempel på hvordan kategorien ”historisk filosofisk utvikling” kommer til uttrykk, finner vi i introduksjonen til kvantefysikken:

”Den som ikke blir litt svimmel av å høre om kvantefysikk, har ikke virkelig forstått teoriens dybder. Niels Bohr” RST Fysikk 2, s.68

Dette sitatet er åpningen til kvantefysikken, og viser hvordan RST bruker blant annet sitater fra kjente fysikere for å løfte fysikken opp. Videre skriver RST:

”Hvis vi skal gi kvantefysikken en fødselsdag, er 14. desember 1900 et godt valg. Den dagen holdt fysikeren Max Planck et foredrag på et møte i Berlin. Foredraget handlet om stråling fra svarte legemer.(...)” RST Fysikk 2, s.69

Sitatet viser hvordan RST bruker historiefortelling for å formidle et budskap. De viser hvordan fysikken har utviklet seg ved å se på historiske hendelser. Særlig behandlingen av sammenfildrede fotoner er sterkt preget av denne måten å formidle et tema på.

”Einstein var ikke tilfreds med å ha en teori for atomparkler som inneholdt uskarpheter og sannsynligheter. Han trodde det var mulig å komme fram til en teori som kunne beskrive bevegelsen til elektroner, protoner og nøytroner like nøyaktig som newtonsk mekanikk beskriver bevegelsen til kuler. For Einstein var det innlysende at alle partikler, både kuler og elektroner, er på et bestemt sted

og har en bestemt fart til enhver tid, og at disse størrelsene i prinsippet må kunne bestemmes samtidig. Einstein satte fram flere tankeeksperimenter der det tilsynelatende var mulig å bestemme posisjon og fart og tid og energi nøyaktig samtidig, men hver gang fant Bohr feil i Einsteins resonnement.” RST Fysikk 2, s.81

”Uenigheten mellom Bohr og Einstein ble ikke helt avklart før i begynnelsen av 1980-årene. Da klarte franskmannen Alain Aspect å utføre eksperimenter som skilte Einstein og Bohrs oppfatninger. Høsten 1982 var derfor fysikk førstesidestoff i avisene, ikke minst i Danmark. En av overskriftene var ”Epokegørende opdagelser avgjør striden mellom Einstein og Bohr.” RST Fysikk 2, s.82

Her gir RST en historie om to historiske personer, Bohr og Einstein, og dynamikken mellom dem. På den måten forteller de om fysikken, men gjennom to sentrale personligheter innen fysikkens verden. Fysikken tar altså form gjennom et tilbakeblikk på historien og historiske personer, og deres kamp for sine egne ståsteder og ideer.

Selv om det historisk-filosofiske står sentralt her, har sitatet også noe av kategorien ”naturvitenskapens egenart” i seg. Det viser hvordan uenighet, tankeeksperimenter og falsifisering står sentralt i fysikkens utvikling og hvordan fysikken går framover ved bekreftelse av noen hypoteser og forkastelse av andre.

”Naturvitenskapens egenart” kommer også til uttrykk i forbindelse med blant annet vitenskapelig metode og forskning.

”Det viktigste formålet med fysikken og de andre naturvitenskapene er å skaffe til veie objektiv kunnskap om naturen. Objektiv kunnskap eller erkjennelse om naturen vil her si at kunnskapen kan etterprøves, og at den er uavhengig av personen som formulerte den.(...) Ladningen til et elektron er et eksempel på objektiv kunnskap. Den er målt til samme verdi uavhengig av hvor i verden elektronet er, når på dagen ladningen blir målt, og hvilken fysiker som utfører målingen.” RST Fysikk 1, s.166

Her peker RST på hvilke krav som stilles til kunnskap som anses som naturvitenskapelig. Dette er en del av naturvitenskapens egenart, og RST legger vekt på kunnskapens uavhengighet av de som kommer fram til den.

Videre sier RST:

”Fysikkens historie har vist oss hvordan nye teorier har erstattet andre eller kommet i tillegg til tidligere teorier. De greske filosofene skiftet ut fortellinger om gudene og deres aktiviteter med en naturalistisk forklaring på naturfenomener. Galilei erstattet Aristoteles bevegelseslære med

bevegelseslikninger, Copernicus gjorde at det heliosentriske verdensbildet kom i stedet for det geosentriske, og Maxwell utviklet en teori for fenomener som fysikken tidligere ikke hadde hatt noen teoretisk forklaring på.” RST Fysikk 1, s.167

Her viser RST hvordan fysikken har beveget seg framover, ved at nye og bedre teorier har erstattet eller justert de gamle teoriene. Dette er i hjertet av naturvitenskapen, og viser hvordan naturvitenskapen i praksis har fungert gjennom historien.

På samme måte som Ergo, har også RST tyngde innenfor kategorien ”korrekte forklaringer”. I behandlingen av halvlederteknologi står blant annet:

”I et lite stykke silisium har hvert silisiumatom fire elektroner i det ytterste elektronskallet, se figuren. Disse elektronene kalles valenselektroner. Si-atomene er bundet til hverandre med en elektronparbinding, slik at den såkalte åtteregelen er oppfylt. Se figuren. Ved normale temperaturer er de termiske bevegelsene i atomene så kraftige at enkelte av valenselektronene river seg løs fra sine faste plasser.” RST Fysikk 1, s.270

Dette er starten på en forklaring på hvorfor silisium-halvlederen har de egenskapene den har.

”Korrekte forklaringer” kommer også til uttrykk i behandlingen av medisinske anvendelser i Fysikk 2.

”Figuren i margin viser en prinsippskisse av et røntgenrør. Den negative elektroden K blir varmet opp og gir derfor fra seg elektroner. Elektronene blir akselerert av den elektromagnetiske spenningen U mellom katoden K og den positive metallanoden M. For at elektronene ikke skal miste energi ved kollisjoner med luftmolekyler, er K og M plassert i en lufttom beholder. Spenningen mellom elektrodene kan være fra 10kV opp til 200kV, slik at elektronene treffer M med stor kinetisk energi. Det blir da sendt ut røntgenstråling fra plata” RST Fysikk 2, s.262

RST gir med dette en forklaring på hvordan røntgenstråling genereres i et røntgenrør, for så å bli brukt til å ta for eksempel røntgenbilder på sykehuset. Teksten bærer preg av at eleven skal forstå hva som skjer, og kunne gjengi prinsippet for hvordan røntgenstrålingen genereres.

I RSTs tekstlige framstilling av de nye temaene i læreplanene, er det ”hverdagsmestring”, ”naturvitenskap, teknologi og beslutninger” og ”utvikling av naturvitenskapelige ferdigheter” som er minst representert.

4.4 Spørreundersøkelse til fysikklærere

Vi sendte spørreskjemaet til alle skoler i Norge som tilbyr fysikk. Totalt svarte 232 lærere på undersøkelsen, noe som, hvis vi antar at Norge har 700 fysikklærere, innebærer en svarprosent på ca. 33 %. Selv om vi ikke har noen grunn til å tro at vårt utvalg er spesielt, kan vi ikke med sikkerhet si at det er et tilfeldig utvalg av alle fysikklærere i Norge. Man må derfor være forsiktig med å trekke altfor generelle konklusjoner på bakgrunn av dataene fra undersøkelsen. Noen generelle trekk kan man allikevel finne.

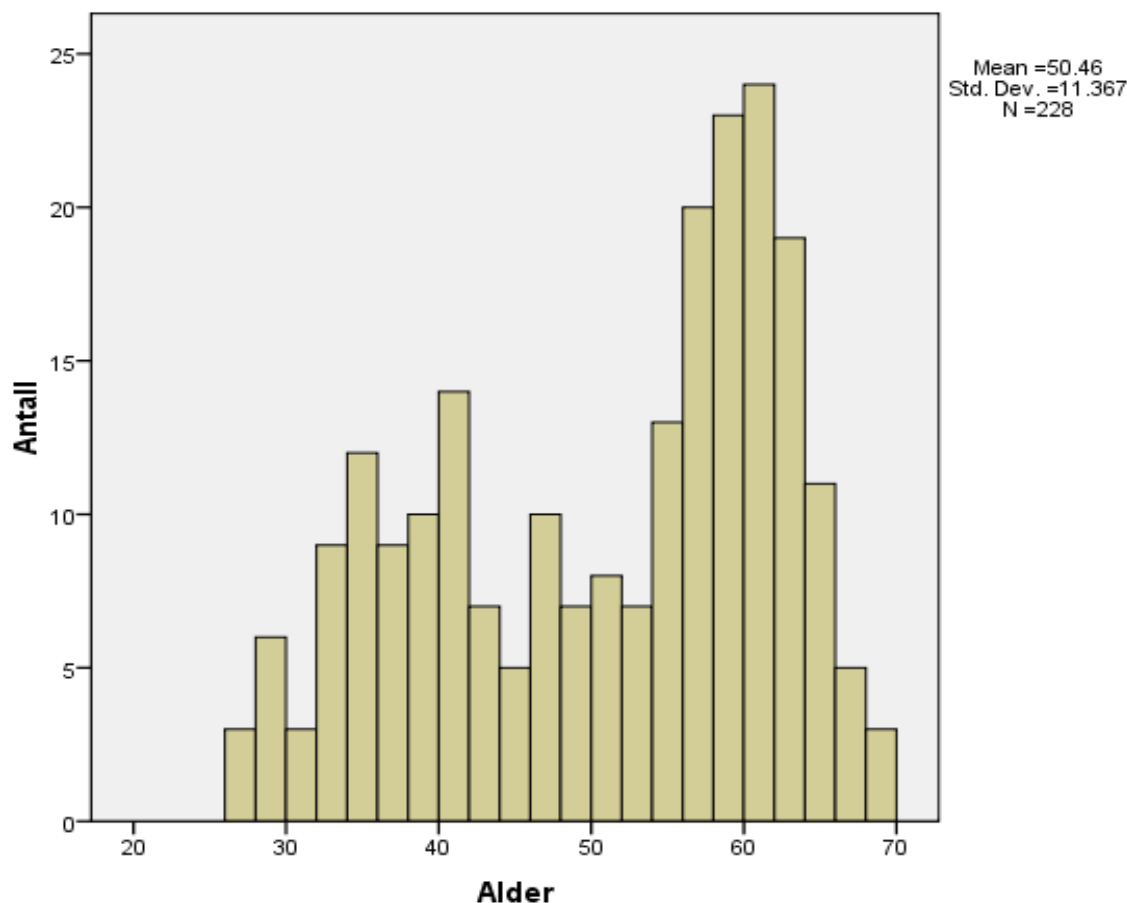
Funn fra denne undersøkelse sammenliknes med funn fra FUN-undersøkelsen (Angell, Guttersrud et al. 2003; Angell, Henriksen et al. 2003). På den måten kan jeg sammenlikne og kanskje finne noen utviklingstrekk når det gjelder fysikklærere som gruppe. De delene som går på vurdering av kriterier for valg av lærebøker har jeg ingen direkte sammenliknbare undersøkelser, og disse dataene må derfor vurderes på en litt annen måte.

Jeg har her brukt statistikkprogrammet SPSS for å vise resultatene fra den delen av spørreskjemaet som angår læreverk samt noen bakgrunnsdata for respondentene.

4.4.1 Bakgrunnsdata

I vårt utvalg er 82 % menn og 18 % kvinner. Det kan se ut som om kvinneandelen har økt noe de siste årene. I FUN-undersøkelsen fra 2000 var kvinneandelen 11 %.

Figur 9 viser aldersfordelingen blant fysikklærerne i denne undersøkelsen.

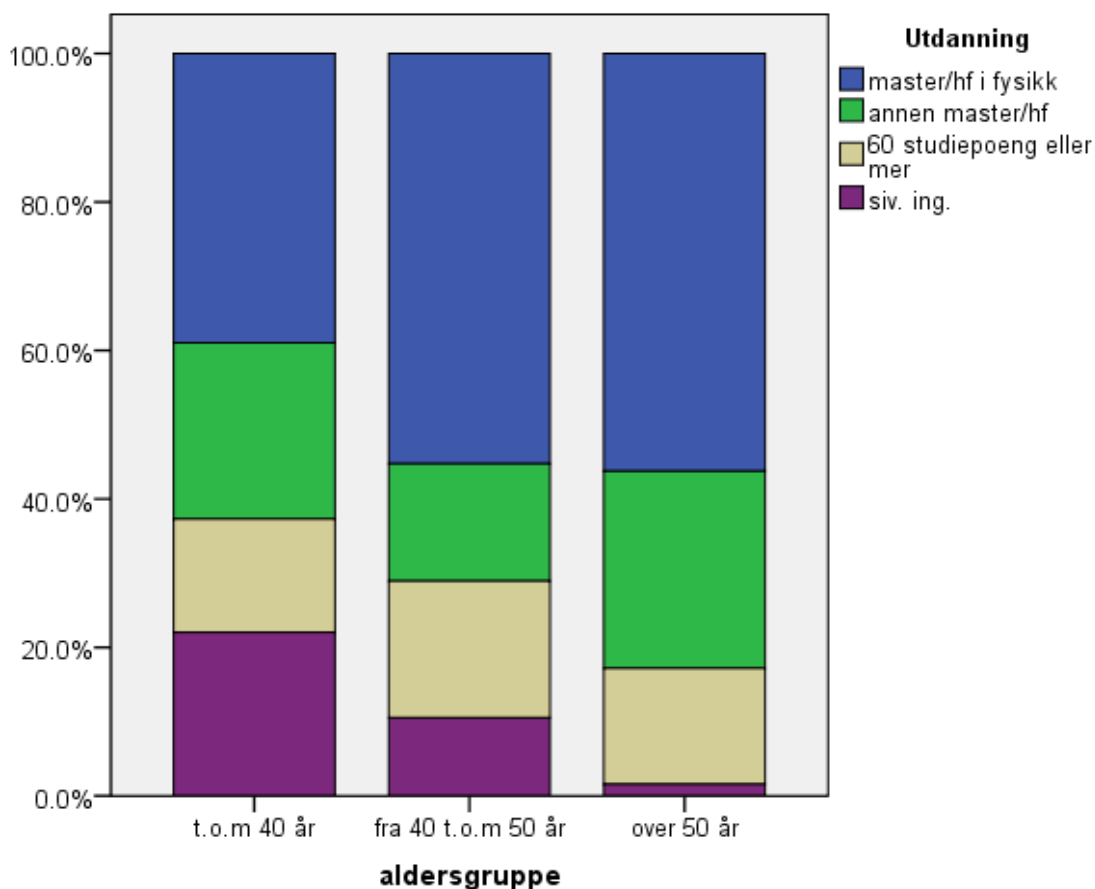


Figur 9 Fysikklærernes aldersfordeling

Siden FUN ble gjennomført i 2000, er ikke gjennomsnittsalderen vesentlig forandret. En stor gruppe lærere nærmer seg nå pensjonsalder, og det innebærer at i løpet av de nærmeste årene vil vi få et betydelig rekrutteringsproblem på fysikklærersiden i norsk skole (Olsen and Guldahl 2004; Utdannings- og 2005). Det som kanskje er noe oppløftende, er at gruppen rundt 40 år har vokst siden 2000. I stedet for en aldersfordeling med én klar topp rundt 60 år slik den så ut i 2000, har vi nå en aldersfordeling med to topper, noe som tyder på at rekrutteringen går i riktig retning.

Fysikklærerne er en godt utdannet lærergruppe. I vårt utvalg er det 49 % som oppgir hovedfag eller master i fysikk. I tillegg har 23 % et annet hovedfag eller master. Det vil si at 72 %, nesten $\frac{3}{4}$ av lærerne, har utdanning på masternivå. 16 % av respondentene oppgir at de har 60 studiepoeng eller mer fysikk i utdanningen, og 9 % oppgir at de har sivilingeniørutdanning. Sivilingeniørutdanning er også på masternivå, men vi har valgt å skille sivilingeniørene ut som egen gruppe fordi deres utdanning kanskje i mindre grad er rettet mot undervisning i skolen enn tradisjonell universitetsutdanning. I FUN-undersøkelsen svarte 79 % av alle lærerne at de hadde hovedfag i et realfag. Utdanningsnivået på nyrekrutterte norske fysikklærere har altså holdt seg høyt.

Figur 10 viser utdanningsnivået til fysikklærerne fordelt på aldersgrupper.



Figur 10: Utdanning fordelt på aldersgrupper(Angell and Henriksen 2009)

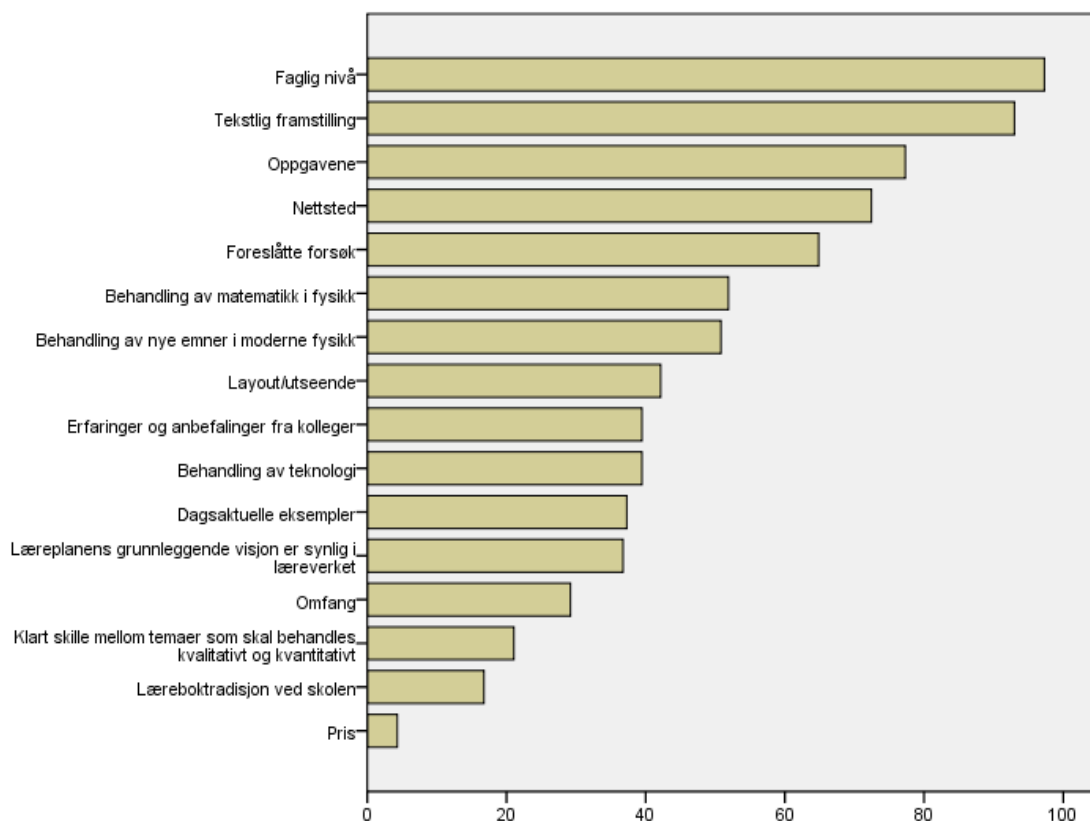
Av figuren ser vi at særlig de eldste fysikklærerne har utdanning på master-/hovedfagnivå. For eksempel har 63 % i aldersgruppen t.o.m. 40 år utdanning på masternivå, mens 83 % i aldersgruppen over 50 år har det. Av figuren ser vi også at størstedelen av gruppen sivilingeniører er under 40 år. Gruppen med sivilingeniører er imidlertid ikke så stor. Det var 19 sivilingeniører i vårt utvalg.

4.4.2 Læreverk i skolen

Av de lærerne som svarte på vår undersøkelse, brukte 56 % Ergo, mens 44 % brukte RST. Dette stemmer ganske godt med den markedsandelen forlagene opererer med, som er en 60-40-fordeling, selv om fordelingen i vårt utvalg ser ut til å være noe jevnere enn hva markedsandelene tilsier.

På spørsmål om de er fornøyd med valg av læreverk ved skolen, sier 92 % av lærerne ja mens bare 8 % sier nei.

Lærerne ble bedt om å si i hvilken grad de ville vektlegge ulike kriterier ved valg av læreverker. Figur 11 viser andelen lærere som svarte i stor grad eller i svært stor grad på de ulike kriteriene.



Figur 11: Andel lærere som har svart i (svært)stor grad på spørsmål om hvordan de vil vektlegge de ulike kriteriene ved valg av læreverker.

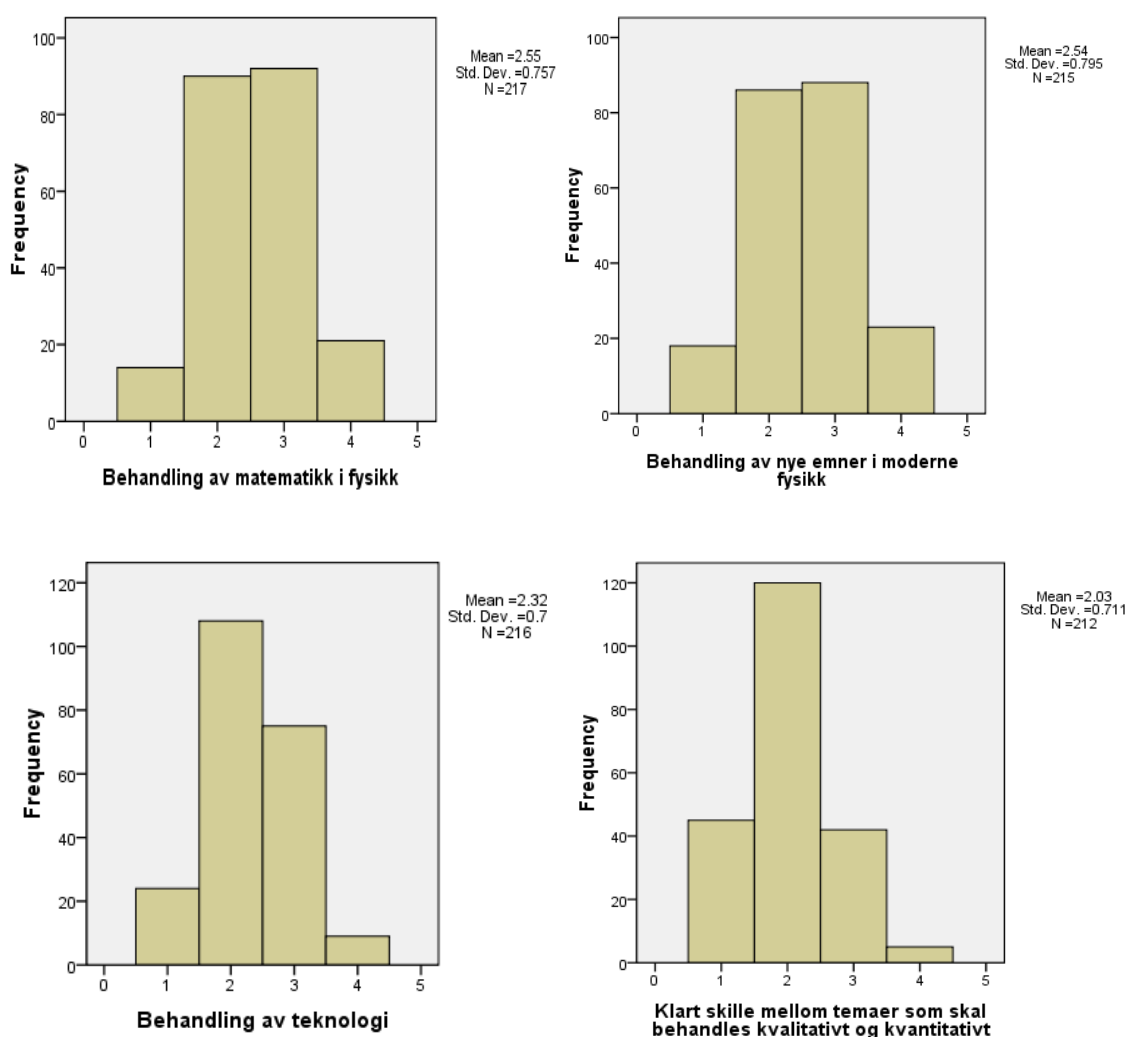
Figur 11 viser at på mange av kriteriene har 40-60 % av lærerne svart ”i stor grad” eller ”i svært stor grad” på hvordan de vil vektlegge dette kriteriet ved valg av lærebok. Dette gjelder kriteriene, ”behandling av matematikk i fysikk”, ”behandling av nye temaer i moderne fysikk”, ”layout/utseende”, ”erfaringer og anbefalinger fra kolleger”, ”behandling av teknologi”, ”dagsaktuelle eksempler” og ”læreplanens grunnleggende visjon er synlig i læreverket”.

Av figuren ser vi at de kriteriene lærerne klart anser som de viktigste er det faglige nivået i lærebøkene og den tekstlige framstillingen i bøkene. I tillegg viser undersøkelsen at oppgavene og nettstedet er sider ved lærebøkene som er viktige når lærere tar sine valg.

De kriteriene lærere mener er minst viktig å ta hensyn til er omfang, læreboktradisjon ved skolen og pris. Om læreverket skiller klart mellom kvalitative og kvantitative

temaer legger heller ikke de lærerne som svarer på denne undersøkelsen særlig vekt på. Det overrasker det meg at læreboktradisjon ved skolen ikke vektlegges mer. Dette går klart i mot en av de fordommene jeg hadde med inn i denne oppgaven. At pris derimot havner nederst på lista, er ikke særlig overraskende.

Svarfordelingen på kriteriene som omhandler behandlingen av de nye temaene i fysikk og skillet mellom temaer som skal behandles kvalitativt og kvantitativt, er illustrert i figur 12.



Figur 12: Histogrammer som illustrerer svarfordelingen til fysikklærerne på kriteriene ”behandling av matematikk i fysikk”, ”behandling av nye temaer i moderne fysikk”, ”behandling av teknologi” og ”klart skille mellom temaer som skal behandles kvalitativt og kvantitativt”.

Figur 12 viser at for kriteriene ”behandling av matematikk i fysikk”, ”behandling av nye temaer i moderne fysikk” og ”behandling av teknologi” ligger gjennomsnittet i utvalget rundt 2,5. Det er med andre ord omtrent like mange som har svart at de synes dette i stor

eller svært stor grad er viktig å vektlegge, som det er lærere som har svart i liten eller i noen grad.

Figuren viser også at for kriteriet ”klart skille mellom temaer som skal behandles kvalitativt og kvantitativt” ligger gjennomsnittet på 2,0. Her er det altså en overvekt som har svart på den nedre del av skalaen. Dette er et interessant funn som jeg kommer tilbake til i kapittel 5.

Når man setter RST og Ergo opp mot hverandre, og ser hvordan lærere som bruker de ulike læreverkene vurderer kriteriene for valg av lærebok, viser det seg at lærerne vekter kriteriene likt, uavhengig av hvilke lærebok de faktisk bruker.

4.5 Intervju med lærebokforfattere

4.5.1 Læreplanen

Forfatterne ble spurt om hva de generelt syns om den nye læreplanen. Begge teamene er fornøyd med læreplanens helhet. Ergo sier for eksempel

”Alt i alt så syns jeg det er en god læreplan som ivaretar fysikkfaget på en god måte.” Ergo

Det også begge teamene trekker fram er at volumet og formuleringene er noe uklare. Begge grupperingene trekker fram det de kaller ”skjult pensum” eller ”skjult læreplan”, og at dette har vært en utfordring i skrivearbeidet. RST sier for eksempel:

”Jeg hører nok til de som syns at den planen vi hadde var enten like god eller kanskje bedre enn den vi har fått. Det skyldes i hovedsak at den nye planen inneholder en god del skjult pensum.” RST

Dette støtter Ergo seg også til:

”Det er en del skjult læreplan. Det skal jo bare stå endelig kompetanse, men jeg tror nok for mange lærere i hvert fall, at det virker veldig bart noen ganger.” Ergo

”Det var noen punkter hvor man hadde ønsket at de som har skrevet læreplanen hadde presisert, for det er helt åpenbart at de har noe i tankene, så det ble litt rebus - å gjette hva de mener.” Ergo

Det at det, særlig i Fysikk 1, er kommet inn et klart skille mellom temaer som skal behandles kvalitativt og kvantitativt, er også noe forfatterne trekker fram.

”Det er et problem med læreplanen, at når det blir mye som er kvalitativt, så blir det veldig lett autoritativt, og det ønsker vi ikke at fysikken skal være.” Ergo

”Formuleringene er egentlig mer krevende enn det ser ut til i læreplanen. Ved å bruke ordet kvalitativt kreves det at eleven må kunne formulere en forståelse. Hele den moderne fysikken er nå kledd inn i ordet kvalitativt, og det betyr at elevene må ha skjønt stoffet. Undersøkelser viser at åtti prosent av elevene mestrer å bruke likningene, men at bare ti prosent mestrer det kvalitative. Ved å kreve en kvalitativ forståelse kan det tilsynelatende virke som fysikken er gjort hyggeligere mens det i realiteten er blitt vanskeligere.” RST

Noe av det jeg var interessert i å finne ut gjennom intervjuene, var hvordan forfatterne oppfatter læreplanens visjon eller overordnede uttrykk. På dette spørsmålet svarer forfatterteamene noe forskjellig.

RST ser læreplanen som sterkt preget av allmenndannelse:

”Intervjuer: Hva oppfatter dere som visjonen i læreplanen?

Forfatter 2: ALLMENNDANNELSE. Det er sterkt allmenndannende preg

Forfatter 1: Ja det tror jeg vi må si. Fysikk er også et fag som absolutt skal bidra til allmenndannelse. Det er ikke bare et kurs i bruk av likninger.” RST

Ergo på sin side knytter visjonen mer mot fysikkens egenart og matematikkens rolle i fysikk:

”Det er veldig tydelig at de vil definere fysikk som en motvekt til alternative retninger, men samtidig at fysikk ikke har de endelige svarene.” Ergo

”Og så er det jo blitt veldig mye tydeligere kobling til matematikk i den nye læreplanen.” Ergo

At svarene skiller seg noe her skyldes sannsynligvis at forfatterne av Ergo har fokusert svaret sitt mer på det som er nytt i læreplanen.

Kunnskapsløftets inndeling i fem hovedområder er nytt, og hvordan forfatterne forholdt seg til disse var en interessant problemstilling. Det viste seg også her, at teamene har ulike syn. Ergo har latt hovedområdene være, og heller strukturert bøkene i henhold til tema og fysikkens oppbygning som fagdisiplin:

”Vi har nok heller tenkt tema som passer. Så vi har tenkt – hvordan bygger vi opp boka i forhold til hva du må kunne noe om for å komme videre til neste skritt.” Ergo

RST på sin side, har latt hovedområdene få en mer styrende rolle i sin utforming av lærebøkene:

”Det er jo sånn at den som bruker boka, absolutt skal få en opplevelse og en følelse av at her ligger læreplanen til grunn, og da er jo disse hovedområdene ganske tydelige og grunnleggende. Så hvis man ikke oppfatter det etter å ha lest boka, at det er hovedområder, så har vi mislyktes litt syns jeg.” RST

De to forfatterteamene har altså et ganske ulikt forhold til hovedområdene. Ergo har sett litt mer på tvers, mens RST klart har forholdt seg til de på en mer systematisk måte.

4.5.2 Utfordrende temaer

Det er tydelig at avgrensning og behandling av kvalitative temaer har vært en utfordring for begge forfatterteam:

”Forfatter 1: Det at det står ”gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien” fører til at du som forfatter tenker ”hva kreves?”.

”Kvalitativ” forståelse krever jo at elevene har forstått ideene og hovedprinsippene.

Forfatter 2: Alle, innen fagfeltet i alle fall, vil dra på smilebåndet etter å ha lest en slik formulering som ”gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien”. Det kan jo være alt fra ca. en side til et bibliotek. Og det som er litt paradoksalt er at når du lager en sånn læreplanformulering så betyr det at det som faktisk avgjør hva dette betyr, det blir eksamen - og nå skulle vi jo bort fra at eksamen skulle definere pensum.” RST

Også Ergo peker på at de kvalitative innslagene i læreplanen var en utfordring:

*”Dette med kvalitativt da, det var jo utfordrende. Hva skal vi faktisk gjøre da?”
Ergo*

Også innen partikkelfysikk trekker RST fram at avgrensning og begrensning var en utfordring.

”Forfatter 1: Noen utfordringer innen partikkelfysikk.

Forfatter 2: Ja, hvor langt inn skal du for eksempel gå i partikkelfloraen?” RST

Ergo trekker fram formuleringene i forbindelse med teknologiske anvendelser som utfordrende. Dette gjaldt temaer både i Fysikk 1 og Fysikk 2:

Forfatter 1: *Så er det teknologibiten. Det var igjen litt problemer rundt begrensninger, hvor legger vi lista. Men når det står "forklare virkemåten" da krever de jo ganske dyp forståelse mente vi. Hvis du skal forklare virkemåten, ikke bare si hva den brukes til, men du skal faktisk forklare virkemåten til en diode og en transistor, da må du ned på mikronivå for å skjønne alt dette.*
Forfatter 2: *Og forklare, da er det jo ekstremt viktig at det ikke bare ligger på et reprodusernivå, men at de har en slags forståelse av hva det er de forklarer."*
Ergo

"Altså "beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser". Hvis du da er på MR for eksempel, som jo egentlig er ganske komplekse greier, hvor langt skal du da gå i å beskrive de fysiske prinsippene, når elevene overhodet ikke forstår at spinnaksen preseserer engang. Da begynner det å bli veldig vanskelig å gi en ordentlig forklaring." Ergo

I forbindelse med skille mellom det kvantitative og det kvalitative, trekker Ergo inn plasseringen av matematikken som utfordrende:

Forfatter 1: *Før har vi hatt litt matte overalt, og nå er det veldig mye noen steder og så skal det ikke være noe på noe annet, det er et litt kunstig skille synes jeg.*
Forfatter 2: *Og det laget jo vanskeligheter for oss når vi skrev – visse ting skulle man ikke matematisere sånn som man vanligvis har gjort."* Ergo

"Bruke parameterframstilling for å beskrive rettlinjet bevegelse for en partikkel". Det er å skyte spurv med kanon, så vi lurte jo lenge på hvordan vi skulle forsvare å dra inn parameterframstilling på noe så lett som rettlinjet bevegelse." Ergo

I tillegg trekker Ergo også fram vitenskapelige strider som et tema det var utfordrende å finne gode eksempler på:

"Vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, det var en utfordring. Vi fant egentlig ikke så mye strid vi i den delen av fysikken som forekommer ellers i læreplanen (vi kunne jo alltid ha tatt med drivhuseffekten, medisinske problemer knyttet til felter og så videre), det er jo ingen som strides. Vi tar opp et tema som kanskje noen mener er en vitenskapelig strid, men vi mener jo ikke at det er en strid. Vi mener det er gåter som ennå ikke er løst, og at man for eksempel må bruke modeller som er i strid i den delen av gyldighetsområde hvor de overlapper." Ergo

Et eksempel på hvordan modeller ikke sammenfaller i overlappet mellom gyldighetsområdene, er standardmodellen og den generelle relativitetsteorien.

RST nevner også hvordan den generelle relativitetsteorien og standardmodellen ikke stemmer overens. Videre trekker de fram Higgs-partikkelen og supersymmetriske partikler som eksempler på hypoteser det ennå ikke er enighet om.

4.5.3 Forskjellene

Bøkene behandler temaet interferens ulikt. RST behandler temaet noe mer kvalitativt, mens Ergo har tatt blant annet interferensformelen. På spørsmål om hvorfor Ergo har valgt dette, svarte forfatterne:

”Forfatter 1: Det var et veldig bevisst valg, nettopp fordi vi vet at i hvert fall de flinkere elevene syns det er mye lettere med en likning, og de svake faller jo av hvis alt bare blir kvalitativt og pratestoff.

Forfatter 2: Interferensformelen bygger en bro mellom observasjoner og teorier innen blant annet atomfysikk og astrofysikk. Uten den må eleven tro på våre påstander. Det ville gjøre fysikken dogmatisk på en måte som er i strid med vår oppfattelse av hvordan fysikken bør presenteres for eleven. Vi vil jo tvert om poengtere at fysikken ikke er dogmatisk.” Ergo

I Fysikk 1 velger Ergo å ha et eget kapittel som heter ”Fysikk og teknologi”, mens i Fysikk 2 blir de teknologiske anvendelsene fordelt i de ulike kapitlene. Dette begrunner de blant annet med:

”Forfatter 1: Fordi vi syns det var helt naturlig. Vi syns at det ble veldig oppstykket, hvis vi skulle lage et eget kapittel om fysikk og teknologi i Fysikk 2, for det hørte så tydelig til hver sin del. Røntgen hører til kvantefysikken og fotoelektrisk effekt, og MR hører til magnetisme. Ultralyd den hører jo med lyden, og induksjonen hører jo inn i induksjon, så der var det også naturlig. Mens i Fysikk og teknologi i Fysikk 1, det var så løsrevet fra det andre.

Forfatter 2: Og så krevde det mye forkunnskaper som de ikke hadde. Det var veldig mye som man måtte bygge opp

Forfatter 1: Diode og transistor da måtte de jo ha atomfysikken, elektrisiteten - de måtte ha så mye, så da måtte det komme til slutt.” Ergo

RST på sin side har teknologi som et eget kapittel i begge sine fysikkbøker.

Lyd som bølgefenomen er tatt med i Ergo sitt bølgekapittel i Fysikk 1:

”Forfatter 2: Det vi tenkte var at det er en så naturlig del av elevenes erfaringsverden, og de har egentlig veldig få bølger å forholde seg til, som er av det slaget.

Forfatter 1: Det var mest fordi det er en naturlig del, og fordi det er et så gunstig eksempel å beskrive bølger med.

Forfatter 2: Det er hverdagsfysikk.” Ergo

RST anser lyd som en del av det skjulte pensumet i læreplanen, og introduserer ikke lyd før i Fysikk 2 hvor sampling av lyd skal behandles:

”Det er to eksempler som er nokså lette å se på skjult pensum, og det ene er sampling av lyd. Det å skrive et kapittel om sampling av lyd, når lyd ikke har vært behandlet noe sted i pensum før, det betyr at du først må skrive et lydkapittel, og det står ikke i læreplanen. Da kan du selvfølgelig ikke skrive et nytt lydkapittel for det er det ikke plass til. Så det betyr at du må skrive noe veldig kort og halvgodt om lyd for at de skal kunne ha forutsetning for sampling av lyd.” RST

Lyd er et godt eksempel på hvordan Ergo tar utgangspunkt i eleven. Ergos tekstlige framstilling er nede på ”bakkenivå” og forholder seg i stor grad til eleven og hans hverdag. Dette er interessant, og var et tema som ble tatt opp i intervjuet.

”Det har vært helt avgjørende. Du ser hvordan alle kapitlene begynner, så vi har tenkt på det. Vi skal knytte til deres erfaringsverden. De skal føle at dette er noe jeg faktisk har lyst til å lære om. De skal liksom sette seg i en situasjon hvor dette er aktuelt, og så skal de få undringsspørsmål, som tar tak i ting de har glemt at de lurte på, men kanskje kan begynne å lure på igjen. For de lurte jo litt for lite, og så vil vi ha de til å begynne å lure litt igjen, så de blir motivert til å lese videre. Det har vært gjennomgående hele veien.” Ergo

RST på sin side bruker historiefortelling for å presentere særlig den moderne fysikken. Dette begrunner de slik:

”Det er ikke årstallene og det er heller ikke navnene som er det viktige, men det at elevene skal forstå hvordan disse begrepene ble til. Spesielt i moderne fysikk. Ved på en måte å gjenoppleve historien, så får de et annet forhold til begrepene enn hvis de bare får dem presentert. Det har vi tro på” RST

I Fysikk 1 har Ergo integrert store deler av den vitenskapelige metoden og alternative forklaringsmodeller i sitt første kapittel ”Fysikk – på rett vei”. Hvorfor dette valget er gjort begrunnes slik:

”Vi snakket om det, at vi kunne jo hatt det som et eget kapittel, men erfaringen er vel at hvis det står som et eget kapittel så er det en del fysikklærere som hopper over akkurat det kapittelet. Eleven og læreren skal føle at det er like viktig som annen fysikk. Det er inne i mekanikken, å ja det er viktig” Ergo

RST på sin side skiller ut kompetansemålene som er knyttet til blant annet naturvitenskapens metode og vitenskapelige strider. I Fysikk 2 åpner RST med kapittelet ”Fire ideer som forandret verden og vårt syn på den”:

”Forfatter 2: Det er rett og slett med henblikk på hvordan leseren og ikke minst læreren skal kunne bruke stoffet. Hvis du nå ser for deg det rare kapitlet i starten ikke sant, ”Fire ideer og hvordan de endret verden”. Elevene skal oppleve at de tas med opp i skyene og opp til de store tingene – at fysikk forandrer verden og nå holder jeg på med fysikk. Og så er det også for den læreren som liker å holde de store forelesningene med et flott og godt forberedt PowerPoint-foredrag i et stort auditorium. Det er et fråtsekapittel for virkelig å komme i gang.

Forfatter 1: Men virkeligheten der ute er nok at de fleste hopper over det, dessverre. Fordi mange fysikklærere har en sånn holdning at dette er ikke fysikk – ikke ordentlig fysikk.” RST

Vi ser at også RST uttrykker erfaringer som tilsier at en del fysikklærere hopper over disse temaene, på samme måte som Ergo, men bøkene har altså valgt å angripe denne problemstillingen ulikt. Dette er et prioriteringsskille mellom forfatterteamene.

En annen viktig forskjell mellom bøkene er struktureringen og kapittelinnstillingen. Mens Ergo er mer tradisjonell i sin kapittelinnstilling, og åpner med den klassiske fysikken, åpner RST med den moderne fysikken. Dette begrunner de slik:

”Forfatter 1: Moderne fysikk skal beskrives kvalitativt, vi skal ha inn forståelse, vi skal diskutere de viktige prinsippene og ideene. Det er altså mindre krav til bruk av matematikk og når elevene kommer etter to måneder sommerferie så sitter de matematiske ferdighetene litt langt inne. Og det tar kanskje noen uker med matematikk, så er de på banen igjen og da har de også lært mer matematikk. Så mekanikken og de mer matematikkrevende temaene, hvor den matematiske formalismen i teorien er sentral, det har vi flyttet litt ut i boka, rett og slett sånn at ikke elevene skal strande på at de ikke husker hvordan de løser oppgaver.

Forfatter 2: I Fysikk 1 begynte jo RST for femten år siden med lys og optikk i stedet for å begynne med mekanikk, som alle andre lærebøker i verden gjorde. Og det er klart at for en lærer er det takknemlig - det er masse demonstrasjoner du kan gjøre med lys og bølger inne i et klasserom. Mye god lab og du kan komme i gang med en gang uten at elevene må lære seg matematikkformalisme først. Så det betyr at du gir læreren en sjanse til å komme i gang og komme litt ovenpå, i stedet for at elevene setter seg ned og strever med matematikk. For mekanikken er jo bare matematikk

Forfatter 1: Vi vet jo også fra undersøkelser at elevene synes både relativitetsteori og kvantemekanikk er interessant, så det å begynne fysikken med noe som de faktisk synes er spennende er viktig. Og så favoriseres ikke regnemesterne og det gir ikke inntrykket med en gang at fysikk bare er masse formler. Starter du med mekanikken og Newtons lover, så blir fort fysikken oppfattet som bare formler. Vi hadde lyst til å bidra til et annet bilde av fysikken” RST

Et annet eksempel på at struktureringen i bøkene er forskjellig, er plasseringen av den generelle relativitetsteorien. Ergo har denne med sammen med resten av relativitetsteorien, mens RST har valgt å ha den sammen med gravitasjonsfelt

RST begrunner å legge den generelle relativitetsteorien sammen med gravitasjonsfelt på denne måten:

”Det er en teori som endrer først og fremst forståelse av hva gravitasjon er, det er jo en gravitasjonsteori. Så det syns vi vel var ganske naturlig tror jeg å la den være der, som en korreksjon til newtons gravitasjonslov.” RST

4.6 Hovedfunn

Det er klare forskjeller mellom lærebøkene. Noen av disse forskjellene er på detaljnivå, mens andre er grunnleggende og gjennomgående. Noen hovedfunn listes opp her, og disse vil være grunnlaget for den videre diskusjonen.

- Ergo har gjennomgående flere sider og oppgaver.
- RST har en større andel beskrivende oppgaver enn Ergo
- I Fysikk 1 har RST mange flere likninger i den løpende teksten, mens Ergo har flest formler i sammendragene. I Fysikk 2 ikke forskjellene like store på dette området.
- Kapittelintroduksjonene i bøkene viser klare forskjeller i synet på fysikken og hvordan fysikken bør viderefremmes. Ergo bringer fysikken ned på jorda, mens RST løfter fysikken opp på et mer filosofisk plan.
- Plasseringen av temaer som for eksempel den generelle relativitetsteorien og anvendelser av fysikken, viser også en grunnleggende forskjell i synet på fysikken. Mens RST plasserer den generelle relativitetsteorien sammen med gravitasjonsfelt, har Ergo dette med i sin behandling av relativitetsteori. I Fysikk 2 plasserer Ergo medisinske anvendelser i forbindelse med den fysikken de ulike metodene bruker, mens RST velger å ha et eget teknologikapittel.
- Behandlingen av lyd er forskjellig i bøkene i Fysikk 1.
- Tolkningen av hvordan hovedområdene i læreplanen skal behandles i bøkene er også forskjellig.
- Bruk av kvalitativ beskrivelse av fenomener, og tolkning av læreplanmål som uttrykker kvalitativ tilnærming skiller bøkene på noen områder.

5 Diskusjon

I denne delen av oppgaven vil funnene og hovedlinjene fra resultatdelen bli diskutert opp mot kapittel 2 ”Teori og bakgrunn” og opp mot annen forskning på området.

5.1 *Kvantitative funn i bøkene*

5.1.1 **Omfang og antall kapitler**

I både Fysikk 1 og Fysikk 2 er Ergo større i omfang enn RST. Forskjellen er større i Fysikk 1, men også i Fysikk 2 er det en betydelig forskjell i totalt antall sider. Når det gjelder antall kapitler, har RST flere kapitler i begge sine lærebøker enn hva Ergo har.

Disse to funnene satt i sammenheng, viser at RST har delt opp fysikken i mindre deler enn hva Ergo har gjort. Et eksempel kan vi se innen astronomi i Fysikk 1. Lærebøkene bruker like mange sider på behandlingen av dette temaet, men der hvor Ergo har ett kapittel, ”Astrofysikk”, har RST valgt å dele temaet i to kapitler, ”Astrofysikk” og ”Kosmologi”. Kapitlene i RST blir derfor kortere, og på den måten kan elevene oppfatte kapitlene som noe mer lettlestede og overkommelige. På den andre side kan man risikere at elevene ikke klarer å se sammenhengene i stoffet når man velger å ikke la temaer som hører sammen komme samtidig. Et annet eksempel finner vi i Fysikk 2, hvor RST har valgt å la ”Kvantefysikk” og ”Partikkelfysikk” være to separate kapitler. Ergo sammenfatter disse i ett ”Kvantefysikk”-kapittel. Totalt bruker RST også flere sider på sin behandling av disse temaene.

Fysikklærerne vurderte omfanget i lærebøkene som lite viktig å vektlegge ved valg av lærebøker. At Ergo er noe større i omfang enn RST påvirker ikke valg av læreverker i fysikk nevneverdig.

De nye temaene og behandlingen av disse er også forskjellig i de ulike læreverkene. Totalt bruker Ergo mer plass på de nye temaene enn hva RST gjør, noe som stemmer godt med tendensen i læreverkene generelt.

Spesielt bruker Ergo betydelig mer plass på digital behandling og sampling av lyd, på halvlederteknologi og sensorer og på generell relativitet. RST på sin side bruker mye mer plass enn Ergo på vitenskapelige strider og noe mer plass på vitenskapelig metode og forskning.

At Ergo bruker mer plass på teknologiske anvendelser og lyd, og at RST bruker mer plass på de vitenskapshistoriske sidene av fysikken stemmer god med det grunnsynet på fysikken de ulike læreverkene legger vekt på. Dette kommer jeg tilbake til i 5.4.1.

5.1.2 Oppgaver

Antall oppgaver totalt i bøkene, og forholdet mellom regneoppgaver og beskrivende oppgaver, utgjør også en av hovedforskjellene mellom læreverkene. Både i Fysikk 1 og Fysikk 2 har Ergo klart flere oppgaver totalt enn hva RST har. Forskjellen er noe større i Fysikk 1, men også i Fysikk 2 er forskjellen betydelig.

Når det gjelder type oppgaver, har RST en klart større andel beskrivende oppgaver i Fysikk 1 enn hva Ergo har. I Fysikk 2 skiller ikke bøkene seg like mye, men også her har RST en noe større andel beskrivende oppgaver enn hva Ergo har.

Det er også tydelig i begge læreverkene, at andelen beskrivende oppgaver er betydelig større i Fysikk 1 enn i Fysikk 2. Dette stemmer godt med Kunnskapsløftets formuleringer hvor Fysikk 1 framstår mer beskrivende og kvalitativt, mens Fysikk 2 er et mer matematisk og kvantitativt fag.

Hvis man ser på oppgavene isolert, kommer den intenderte læreplanen (Goodlad 1979) godt til uttrykk, særlig i RST hvor Fysikk 1's kvalitative natur helt klart er synlig i oppgavefordelingen.

Gjennom behandlingen av de nye temaene i læreplanen, bekreftes tendensen over. Ergo har nesten dobbelt så mange oppgaver knyttet til disse temaene som RST. Av oppgavene som er gitt, har begge en tilsvarende andel beskrivende oppgaver, ca 80 %. Dette tyder på at selv om Ergo har flere oppgaver som RST, så har begge læreverkene behandlet de nye temaene kvalitativt i sin oppgavetilnærming. Dette er i tråd med Kunnskapsløftets formuleringer, for eksempel "gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video" og "beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser", og gjelder nye temaer både i Fysikk 1 og Fysikk 2.

5.1.3 Likninger og formler

Oppgavene gir inntrykk av at RST har en noe mer kvalitativ tilnærming enn hva Ergo har. Antall likninger derimot, står i strid med dette inntrykket. I Fysikk 1 har RST nesten dobbelt så mange likninger som Ergo. Dette betyr at den løpende teksten i RST består av flere matematiske likninger, mellomregninger og uttrykk enn i Ergo. Særlig

innen temaene kjernefysikk og elektrisitet har RST flere likninger enn Ergo, og RST framstår ut fra dette mer kvantitativ. Formler i sammendraget snur på dette inntrykket. Her har Ergo klart flere formler enn RST både i Fysikk 1 og Fysikk 2.

For de nye temaene har Ergo både flere likninger og formler i sammendraget. RST har ingen formler i sammendrag knyttet til de nye temaene i læreplanen. Dette indikerer at de nye temaene er behandlet noe mer kvalitativt i RST enn i Ergo; med færre likninger og matematiske formler som anses som viktige.

5.1.4 Eksempler

Når det gjelder eksempler generelt, har Ergo klart flere eksempler enn RST i både Fysikk 1 og Fysikk 2. Forskjellen er størst i Fysikk 1 men den er også betydelig i Fysikk 2.

RST har ”blå rammer” i sin tekst, som er kalt tilleggsstoff eller fordypningsstoff. En del av stoffet RST har lagt inn i blå rammer, har Ergo valgt å integrere som eksempler i teksten på lik linje med regneeksempler. Dette er en av grunnene til at RST har færre eksempler enn Ergo.

Gjennom de blå rammene har RST tatt læreplanen mer bokstavelig, og latt mye av stoffet som går noe utover kompetansemålene være valgfritt stoff. Det står i bøkene, men elevene er gjort oppmerksomme på at dette er ikke ”pensum” i forhold til læreplanens formuleringer. Ergo på sin side har valgt å inkludere mye av det stoffet som går noe utover læreplanmålene i den løpende teksten og i eksempler, og på den måten lar de det være opp til den enkelte lærer å tolke kompetansemålene og eventuelt luke ut stoff de mener bør være valgfritt.

Et eksempel på stoff RST har satt i blå rammer mens Ergo har latt være et vanlig eksempel, er fargespill i oljesøl(RST Fysikk 1, s. 29; Ergo Fysikk 1, s. 181) i forbindelse med interferens. Et annet eksempel, hentet fra Fysikk 2, er sentrifugering. Begge lærebøkene har med dette som et eksempel på sirkelbevegelse, men Ergo har det som et vanlig eksempel, mens RST har valgt å la det være rammestoff(RST Fysikk 2, s. 156; Ergo Fysikk 2, s. 65).

For de nye temaene er tendensen den samme som generelt i læreverkene. Ergo har vesentlig flere eksempler enn RST, hele 44 mot RSTs 3. Denne forskjellen er så betydelig, at den utgjør en av de absolutt klareste forskjellene mellom læreverkene. Særlig i temaene ”halvlederteknologi og sensorer” og ”vitenskapelig metode og

forskning” har Ergo mange eksempler, mens RST innenfor disse temaene ikke har noen eksempler i det hele tatt. Begge disse temaene tilhører de nye temaene i Fysikk 1, og det er i Fysikk 1 man ser den klareste forskjellen i antall eksempler. I de nye temaene i Fysikk 2 er ikke forskjellen like stor, selv om den også her er til stede.

Et eksempel fra de nye temaene, er solceller. Solceller plasseres av RST i blå ramme, og defineres derfor som tilleggsstoff. Ergo på sin side har solceller med som et eget delkapittel i sitt teknologikapittel, og i forbindelse med dette avsnittet er et regneeksempel med solceller tatt med (RST Fysikk 1, s. 279; Ergo Fysikk 1, s. 331-332).

Fra spørreundersøkelsen havner kriteriet ”dagsaktuelle eksempler” midt på treet i lærernes vurdering av kriteriene for valg av lærebøker. Det at Ergo har betydelig flere eksempler enn RST, betyr ikke nødvendigvis at disse er mer dagsaktuelle enn RSTs eksempler. Kriteriet i spørreundersøkelsen er derfor vanskelig å knytte direkte til dette funnet i læreverkene.

5.2 *Kunnskapsløftets skille mellom kvalitative og kvantitative temaer*

Det er tydelig at Kunnskapsløftets ønske om å skille klart mellom temaer som skal behandles kvalitativt og temaer som skal behandles kvantitativt, har bydd på flere utfordringer i arbeidet med læreverkene. Fra intervjuene med lærebokforfattere kommer det fram at avgrensning i forbindelse med særlig temaene som skulle behandles kvalitativt var en tilbakevendende utfordring. Dette er knyttet til at ordet ”kvalitativt” innebærer en forståelse av et tema, ikke bare regneferdigheter.

Forfatterne av Ergo ga uttrykk for at skillet mellom kvantitativ og kvalitativ tilnærming i Kunnskapsløftet til tider er et kunstig skille og et skille som ikke alltid gagnar fysikkfaget. Det er tydelig at forfatterne av begge læreverkene har hatt dette skillet klart for seg gjennom hele skriveprosessen, enten de har valgt å følge det til punkt og prikke eller om de til tider har valgt å gå utenom formuleringene.

Den generelle relativitetsteorien er et eksempel på at lærebøkene skiller seg fra hverandre i behandlingen av et kvalitativt tema. Kompetansemålet sier ”gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien”. Tabell 8 viser, gjennom tellinger, hvordan de to lærebøkene i Fysikk 2 behandler temaet. Det er tydelig at Ergo behandler temaet mer kvantitativt enn kompetansemålet skulle tilsi. RST på sin side behandler temaet rent kvalitativt, uten likninger og uten eksempler. Generell relativitetsteori er et

eksempel som viser at RST har tatt kompetansemålet bokstavelig, mens Ergo velger å inkludere noe matematikk og på den måten gjøre tilnærmingen noe mer kvantitativ.

En av hovedhensiktene med Kunnskapsløftet var å formulere kompetansemål uten rom for tolkning, slik at sluttkompetansen til alle elever ideelt skulle være den samme uavhengig hvor i landet man bor eller hvilken lærebok som brukes. Resultatet ble ikke slik. Generell relativitet er et klart eksempel på et kompetansemål må tolkes, og lærebokforfatterne har gjort ulike valg i sin behandling av temaet. Resultatet blir da at elevenes sluttkompetanse avhenger av lærebok og hvordan lærebøkene behandler kompetansemålet i læreplanen. En av forfatterne fra RST uttrykte det slik:

”Alle, innen fagfeltet i alle fall, vil dra på smilebåndet etter å ha lest en slik formulering som ”gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien”. Det kan jo være alt fra ca. en side til et bibliotek. Og det som er litt paradoksalt er at når du lager en sånn læreplanformulering så betyr det at det som faktisk avgjør hva dette betyr, det blir eksamen - og nå skulle vi jo bort fra at eksamen skulle definere pensum.” RST

Dette er et eksempel på at den intenderte læreplanen og den implementerte læreplanen (Goodlad 1979) skiller seg klart fra hverandre, ved at forfatterne behandler kompetansemål forskjellig i sine bøker. Elevenes sluttkompetanse vil ikke være den samme uavhengig av for eksempel lærebok, og dette strider med Kunnskapsløftets opprinnelige hensikt.

Gjennom spørreundersøkelsen ble det klart at fysikklærerne ikke mente at et tydelig skille mellom temaer som skal behandles kvalitativ og temaer som skal behandles kvantitativt var særlig viktig. Hvorvidt læreverkene har tatt dette skillet på alvor eller ikke, virker ikke å påvirke lærernes valg av læreverk. Med tanke på at læreplanen legger stor vekt på å skille kvantitativ og kvalitativ tilnærming til temaer i fysikk, kan det virke som om lærerne akkurat på dette punktet ikke er enige med læreplanen, og derfor velger å prioritere andre momenter ved læreplanen, og dermed også ved læreverkene, i sitt valg.

5.3 De nye temaene i Kunnskapsløftet

5.3.1 Tekstlig framstilling generelt

RST og Ergos tekstlige framstilling av de nye temaene i læreplanen er begge preget av ”korrekte forklaringer” og ”naturvitenskapens egenart”. Kategoriene og bøkene legger tydelig vekt på naturvitenskapen fysikk som fagdisiplin, samtidig som en innføring i

fysikkens begreper og uttrykk står sentralt. Det er tydelig at begge læreverkene legger vekt på at elevene skal lære det fysiske språket samt å bruke begrepene riktig. Tidligere forskning peker på viktigheten av at elevene lærer ”å snakke fysikk” (Driver 1998; Driver, Newton et al. 2000; Wellington and Osborne 2001; Duschl and Osborne 2002; Mortimer and Scott 2003). Fysikkbøkene i Norge legger, etter min mening, i stor grad opp til at elevene skal snakke om fysikken og bruke begrepene, og det er opp til den enkelte lærer hvordan han implementerer dette i sin undervisning.

Mortimer og Scott(2003) sier det slik:

”We see talk as being central to the meaning making process and thus to learning”

To av Roberts kategorier er fellesnevner for den tekstlige framstillingen i bøkene, men læreverkene skiller seg også klart fra hverandre. RSTs lærebøker er sterkt preget av kategorien ”historisk filosofisk utvikling”, mens Ergo har stor tyngde innenfor ”hverdagsmestring”. Denne forskjellen underbygger en av de grunnleggende forskjellene mellom læreverkene, nemlig synet på hvordan fysikken best formidles til leseren. Dette kommer jeg tilbake til i avsnitt 5.4.1.

5.3.2 Tekstlige trekk i behandlingen av nye temaer i moderne fysikk

I den moderne fysikken i Fysikk 2 er temaene sammenfiltrede fotoner og generell relativitetsteori nye, og behandlingen av disse er forskjellig i de to lærebøkene.

RST har tyngde på ”historisk filosofisk utvikling” i sin behandling av temaene. Temaene behandles gjennom historiefortelling, og Einstein og Bohr blir brukt som talerør for fysikken som introduseres. ”Naturvitenskapens egenart” preger også i en viss grad framstillingen i RST.

I Ergo brukes ”korrekte forklaringer” i den tekstlige framstillingen av nye temaer i moderne fysikk, men også her er ”naturvitenskapens egenart” og til en viss grad ”hverdagsmestring” representert i den tekstlige framstillingen. Denne tilnærmingen til fysikkstoffet er mer tradisjonell enn RSTs valg av framstilling.

5.3.3 Lærebøkernes behandling av temaer knyttet til ”Naturvitenskapen fysikk”

Kompetansemålene som er knyttet til naturvitenskapen fysikk tilhører hovedområdet ”Den unge forskeren”, og dette hovedområdet i læreplanen er preget av kategoriene ”naturvitenskapens egenart” og ”utvikling av naturvitenskapelige ferdigheter”. Denne siste kategorien er sterkt knyttet til gjennomføring av forsøk og fysiske undersøkelser. Dette er en del av studieøkene, og har ikke vært analysert i denne oppgaven.

Det er helt klart at den tekstlige framstillingen av temaer som alternative forklaringsmodeller og vitenskapelige strider er preget av kategorien ”naturvitenskapens egenart” i begge lærebøkene, noe som også stemmer med min tolkning av hovedområdets hensikt. I framstillingen av alternative forklaringsmodeller bruker bøkene ulike eksempler, men begge understreker viktigheten av å skille vitenskap fra alternative forklaringer og knytter dette til hverdagens informasjonsstrøm.

5.3.4 Behandling av temaer innen teknologi

I framstillingen av de teknologiske temaene, står ”korrekte forklaringer” sentralt i begge læreverkene. RST har nesten all sin tyngde innen denne kategorien, men også ”utvikling av naturvitenskapelige ferdigheter” er representert.

I Ergos framstilling står ”korrekte forklaringer” klart sterkest, men også andre kategorier er synlig. ”Hverdagsmestring” er representert, noe som viderefører den generelle tendensen i den tekstlige framstillingen i Ergo. Gjennom teksten, men særlig gjennom eksemplene som brukes, er det klart at Ergo ønsker å vektlegge anvendelser av fysikken, og ikke bare teorien.

5.3.5 Lærebøkernes behandling av lyd

Lyd er det tema som skiller lærebøkene så klart fra hverandre, at det fortjener en spesiell bemerkning.

I Fysikk 1 står kompetansemålet ”definere og regne med begrepene frekvens, periode, bølgelengde og bølgefart, og forklare kvalitativt bøyings- og interferensfenomener”. Kompetansemålet sier ingenting om hva slags bølger som skal behandles. Begge lærebøkene i Fysikk 1 bruker lys og vannbølger som eksempler, og disse temaene er nokså likt behandlet i bøkene. Det som klart skiller Ergo og RST fra hverandre, er at Ergo velger å behandle lyd som bølgefenomen i et eget delkapittel. Dette kapitlet er på ingen måte omfattende og går kun over to sider, men det viser uansett et skille i behandlingen av bølger i de to bøkene. RST behandler ikke lyd i Fysikk 1. Slik

kompetansemålet er formulert, er det ikke klart hva som er rett og galt i denne sammenhengen, og dette er enda et eksempel på hvordan kompetansemålene er åpne for tolkning og at elevene derfor får ulik kompetanse avhengig hvilke læreverk de bruker.

I intervjuene med begge forfattergruppene ble begrepet ”skjult pensum” nevnt og lyd er, som en forfatter fra RST poengterte, et godt eksempel på et slik skjult pensum.

I Fysikk 2 har vi kompetansemålet ”gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd”, noe som helt klart forutsetter en tidligere kjennskap til lyd. Ergo har en fordel i forbindelse med dette kompetansemålet, fordi elevene allerede har vært innom fenomenet lyd, mens RST først må introdusere lydbølger før de kan gå inn på behandlingen av selve kompetansemålet i Fysikk 2.

I intervjuet med forfatterne av Ergo, sier de at å ta med lydbølger var et naturlig valg fordi lyd er et godt eksempel på bølger som elevene kan forholde seg til ut i fra egne erfaringer.

5.3.6 ”Korrekte forklaringer” og Solid grunnlag” – en vurdering av kategoriene

En utfordring med Roberts kategorier, har vært skillet mellom ”korrekte forklaringer” og ”solid grunnlag”. Disse kategoriene er nært knyttet til hverandre, men nyanseforskjeller gjør at Roberts likevel velger å skille dem.

”Korrekte forklaringer” legger særlig vekt på fysikkens produkter, det vil si teoriene, modellene og begrepene, og viser hvordan noen ideer aksepteres av det fysiske samfunnet mens andre blir forkastet. Roberts(1982) sier at kategorien er klassisk innen naturvitenskapen, og baserer seg på prinsippet ”mestre nå, betvile senere”. Kategorien ”solid grunnlag” er gjennomsyret av et ønske om å tilrettelegge fysikken slik at elevene er best mulig rustet for det neste steget i studieløpet. Dette innebærer et fokus på å lære det viktigste nå, for deretter å gå dypere for hvert trinn i utdanningen. Fokuset på framtiden er tydelig i begge kategoriene, og kategoriene er klart studieforberedende.

Jeg har gjort et forsøk på å skille disse to kategoriene, men dette har vært vanskelig og gitt opphav til mye skjønn fra min side. I diskusjonen har jeg derfor latt ”solid grunnlag” være en passiv kategori og latt ”korrekte forklaringer” representere det framtidsrettede og forberedende synet på fysikken. Å skille mellom to kategorier som er så like i analysen ville gjort diskusjonen lite hensiktsmessig og det er ikke et ønske i denne oppgaven.

5.4 Fysikk i lærebøkene

Med utgangspunkt i resultatene fra lærebokanalysen i kapittel 4.2 og 4.3 er det klart at lærebøkene som i dag er tilgjengelige i fysikk er forskjellige på mange områder. Fysikken de behandler er i stor grad den samme, men hvordan den behandles er ulik.

5.4.1 Fysikkfagets egenart

Skolefysikken har i følge læreplanen en vid målsetning. På den ene siden skal fysikk være et ”hardt” realfag med fokus på presise matematiske formuleringer av fysiske problemstillinger. På den andre siden skal fysikk være av en kvalitativ karakter som bidrar til naturvitenskapelig forståelse og på den måten hjelpe til delaktighet i samfunnet (Angell, Ekern et al. 1997; Angell, Henriksen et al. 2003). Vi har å gjøre med to kryssende oppfatninger av hva som er viktig i et moderne fysikkfag. I den ene oppfatningen vektlegges det at fysikk er et orienteringsfag som formidler kunnskap av stor samfunnsmessig og kulturell betydning (Sjøberg 1998). Den andre oppfatningen er at skolefysikken skal være en innføring i fysikk som fagdisiplin og fysikk som et metodefag.

Vi kan si at vi har to grunnsyn på fysikk som skolefag. Mange innen fysikersamfunnet ønsker et matematikk- og anvendelsesbasert fysikkfag, og peker på at matematikk er fysikkens språk mens teknologien er basert på fysikkens lover. Matematikk og teknologi må derfor stå sterkt også i skolefysikken. I boken ”Naturens kode” står det:

”Naturlovene er skrevet i matematikk. Ikke fordi fysikere har valgt det, men fordi vi har observert at naturen følger slike regler. Naturens språk er matematikk, og fysikkens hovedprosjekt har vært å finne de matematiske reglene som naturen følger.” (Newth and Einevoll 2005)

”Fysikkfaget utgjør ryggmargen i den teknologien vårt moderne samfunn er basert på.” (Newth and Einevoll 2005)

Dette matematikk- og teknologibaserte grunnsynet kommer tydelig til uttrykk i Ergo sine lærebøker. Det er klart at Ergo, i behandlingen av de nye temaene i læreplanene, legger stor vekt på matematikk i fysikk og også på anvendelser i hverdagen.

Fysikken kan også presenteres og struktureres på et mer filosofisk plan. Her står vitenskapshistorie, vitenskapsfilosofi og forståelse sentralt.

”Fysikk som fag strekker seg fra det aller minste til det aller største. (...) I dette enorme spennet er det dagens fysikkforskning foregår(...).”(Newth and Einevoll 2005)

Der Ergo representerer et matematisk grunnsyn på fysikken, representerer RST et mer filosofisk grunnsyn i sin behandling av de nye temaene i læreplanen. Mye av den tekstlige framstillingen og introduksjonene til kapitlene er klart preget av filosofi og luftige ambisjoner. Dette utdypes i avsnitt 5.4.3.

FUN-undersøkelsen(Angell, Henriksen et al. 2003) avdekket at fysikkelever i 2. klasse på videregående skole mener at fysikk handler om å forstå verden og hverdagslige fenomener. Begrepet forståelse kan knyttes opp mot et filosofisk grunnsyn på fysikkfaget. Ved å studere fysikk kan vi få et innsyn i verden rundt oss, og forstå hvordan den henger sammen.

Gjennom ROSE-prosjektet(The Relevance of Science Education) fant man ut at ”fenomener som forskere fremdeles ikke kan forklare” og ”uløste mysterier i verdensrommet” er blant de temaene elever helst vil lære om(Sjøberg 2005). Dette er klart filosofisk relaterte temaer, uten direkte tilknytning til matematikk og teknologi. Elevenes interesser strekker seg utover det hverdagslige og hverdagens problemer, det er de store spørsmålene interesserer og fasinerer.

5.4.2 Strukturering av fysikk i lærebøkene

En åpenbar forskjell mellom læreverkene er tydelig allerede i innholdsfortegnelsen til bøkene. RST åpner sine bøker i fysikk med kapitler som tar for seg temaer fra den moderne fysikken og den mer moderne klassiske fysikken. Fysikk 1 åpnes med lys og bølger og går videre inn i partikkel- og kjernefysikken. Fysikk 2 innledes med vitenskapshistorie, før elevene introduseres for relativitetsteorien og kvantefysikken. Intervjuene viser at dette er et helt bevisst valg fra forfatterens side, dels for å skille seg fra andre lærebøker og dels for å bidra til at elevene ikke skal møtes av en vegg av matematikk når de begynner med fysikk. RST vil på den måten gi elevene et innsyn i at fysikk er så mye mer enn matematisk formalisme. At RST ikke vil favorisere regnemesterne allerede fra begynnelsen, hjelper nok noen fysikkelever med å komme i gang. Den moderne fysikken er ikke lettere enn mekanikken, men i fysikkfaget i skolen baserer den seg mer på forståelse enn regneferdigheter.

Ergo åpner sine bøker mer tradisjonelt enn RST. I Fysikk 1 introduseres den klassiske fysikken først, før moderne fysikk presenteres. I Fysikk 2 kommer også den klassiske fysikken først i boken, mens den moderne fysikken blir presentert i de siste kapitlene.

Dette er den oppbygningen av fysikkfaget som alltid har vært normen, og forfatterne gir uttrykk for at de mener dette er den naturlige inndelingen av fysikken. Det kommer også fram at strukturen er et resultat av spørsmålet ”Hva må eleven kunne for å komme seg videre?”.

Det er tydelig at forfatterne av begge læreverkene har hatt klare formeninger om hvordan bøkens struktur skal være, og at dette er gjennomtenkte valg. Det er også tydelig at begge forfatterteam mener at deres valg er det naturlige, men at RST er klar over at deres valg er utradisjonelt. Det er ikke innenfor rammene for denne oppgaven å vurdere hvilket valg som er det beste, men det er absolutt spennende at forskjellene er tydelige også på et så fundamentalt nivå som strukturen i bøkene, og ikke bare i det faglige innholdet.

Flere steder skiller bøkene seg også fra hverandre når det gjelder plassering av temaer. Medisinske anvendelser av fysikk, generell relativitet, digital lydbehandling, Stefan-Boltzmanns lov og Wiens forskyvningslov er eksempler på dette. Der Ergo velger å plassere generell relativitet sammen med resten av relativitetsteorien, velger RST å plassere den sammen med gravitasjonsteori. Der RST velger å plassere medisinske anvendelser av fysikk i et eget kapittel som sammenfatter teknologien i Fysikk 2, velger Ergo å spre de medisinske anvendelsene i boken, slik at anvendelsen står i forbindelse med den fysikken de anvender.

Kunnskapsløftet deler fysikken inn i hovedområder, og forfatterne har brukt denne struktureringen ulikt. Mens RST sier at hovedområdene må ha en sentral rolle i utformingen av lærebøkene, og at det har vært viktig at hovedområdene skal være synlig i bøkene, mener Ergo det er viktigere å strukturere bøkene etter hvordan fysikken henger sammen enn hvordan læreplanen er bygd opp. Dette viser at det er en klar forskjell i hvordan forfatterne har forholdt seg til læreplanens overordnede struktur.

5.4.3 Kapittelintroduksjoner – filosofi vs. hverdagsfenomener

Gjennom kapittelintroduksjonene er det klart at læreverkene har ulike syn på hvordan fysikk best appellerer til elevene.

RST bruker kapittelintroduksjonen i bøkene til å løfte fysikken opp til de filosofiske og eksistensielle spørsmålene, og peker på hvordan fysikken kan søke å finne svar på disse. På den måten appellerer RST til elevenes undring på et filosofisk plan, og det brukes sitater og dikt for å knytte fysikken til kunst og abstrakte sider av virkeligheten og hvordan mennesket oppfatter den. Gjennom intervjuet med forfatterne er det klart at

forfatterne har tatt slike undersøkelser med i betraktning i struktureringen av bøkene, og det er derfor naturlig å trekke den slutningen at dette også har hatt betydning i valg av kapitteltilnærming.

Ergo bruker kapittelintroduksjonene til å bringe fysikken inn i elevenes virkelighet og oppfordrer til undring rundt hverdagsfenomener. På den måten gir Ergo et inntrykk av at fysikk angår hver enkelt elev, og ikke bare en gruppe fysikere ute i horisonten et sted. Å appellere til eleven og hans virkelighet har vært viktig for Ergo, og gjennom intervjuet kom det fram at dette har vært en av hovedlinjene bøkene har vært skrevet etter.

Kapittelintroduksjonene er en del av den tekstlige framstillingen, og lærerne i undersøkelsen setter denne svært høyt. At læreverkene skiller seg så klart fra hverandre bør være et signal til lærerne om at de, avhengig av hvilke bok de velger, får en tekstlig framstilling som enten løfter fysikken opp mot de store spørsmålene eller som trekker fysikken ned på jorda. Hva som er den beste tilnærmingen vil variere fra lærer til lærer og fra elev til elev.

5.5 Valg av lærebok

5.5.1 Lærernes prioriteringer

Aneby(1991) fant i sin undersøkelse av kriterier at bruk av illustrasjoner og pris ble sett på som viktige ved valg av lærebøker, mens språklig framstilling ble lite vektlagt. Dette er helt det motsatte av hva funnene i min undersøkelse tilsier. Tekstlig framstilling blir her vurdert som viktig mens pris blir vurdert som lite viktig ved valg av lærebok.

Disse klare forskjellene kan skyldes flere faktorer. For det første er den offentlige godkjenningsordningen fjernet(Bratholm 2001) og man har ikke lenger den statlige garantien for at bøkene er gode. Dette bidrar sannsynligvis til at lærere vurderer tekstlig framstilling i større grad nå enn før godkjenningsordningen ble opphevet.

At det har skjedd en endring i vurdering av pris som kriterium, skyldes nok i stor grad også at vi i dag skal ha gratis skole i Norge. Elevene betaler ikke lenger for skolebøkene sine, men låner dem av skolen. I 1991 var ikke dette tilfellet. Da betalte elevene for sine egne lærebøker, så at man da tok større hensyn til pris er naturlig i mine øyne.

I undersøkelsen gjennomført ved Oppland Distrikthøgskole(Ålvik 1978) ble bøkernes utseende og utforming ansett som viktigere enn språk og innhold. Det er vanskelig å sammenlikne resultatene i min undersøkelse med kriteriet ”innhold” fordi dette er representert i flere av kriteriene jeg har brukt. Språk og utforming har byttet plass i mine resultater i forhold til resultatene fra 1978. Layout/utseende havner midt på treet i min undersøkelse mens tekstlig framstilling havner nest øverst på lista.

5.5.2 Hvordan kan denne oppgaven bidra i et lærebokvalg?

God kjennskap til de læreverkene som er tilgjengelig er viktig for at et valg av lærebok skal være en reflektert prosess. Dersom kjennskapen til bøkene er dårlig, blir valget fort tilfeldig og lite gjennomtenkt.

Jeg håper at denne oppgaven kan bidra til å gi et inntrykk av dagens lærebøker i fysikk og at den viser hva som skiller dem fra hverandre.

Resultatene fra oppgaven viser at det å bli i bøkene ikke er nok for å få et klart bilde av de forskjellene som eksisterer mellom læreverkene. Ved første øyekast er det enkelte forskjeller som er synlige, for eksempel inndelingen av fysikken, men hvordan bøkene tekstlig behandler temaer i fysikk er ikke synlig. Dette krever en grundigere gjennomgang, og det er dette jeg har forsøkt å gjøre i denne oppgaven.

6 Konklusjon

Gjennom den kvantitative tekstanalysen framgår det at Ergos framstilling generelt er mer kvantitativ enn RSTs framstilling av fysikken. Dette gjelder også i behandlingen av de nye temaene i læreplanen for fysikk.

Læreverkene skiller seg klart fra hverandre i struktur og tekstlig uttrykk. I framstillingen av de nye temaene har Ergo et språk som hele tiden samtaler med eleven og henvender seg til elevenes virkelighet, mens RST bruker historiefortelling for å vekke elevenes interesse og vise hvordan fysikken er blitt til gjennom menneskelig aktivitet og dynamikk. Gjennom kapittelintroduksjonene kommer de ulike tekstlige tilnærmingene klart til uttrykk. RST bruker dikt og filosofiske sitater og ønsker å få elevene til å filosofere rundt luftige problemstillinger, mens Ergo oppmuntret til undring rundt hverdagslige og alminnelige problemstillinger.

Intervjuene med forfatterne viser at synet på fysikken og hvordan den bør formidles og struktureres skiller forfatterne fra de to læreverkene. Forfatterne fra RST sier det har vært svært viktig at læreplanens struktur skal være synlig i lærebøkene, mens forfatterne fra Ergo sier at dette har vært mindre styrende, og at fysikkens oppbygning har stått i fokus for deres strukturering av lærebøkene. Videre peker begge forfattergruppene på læreplanens skjulte pensum, og utfordringer i forbindelse med skillet mellom kvalitative og kvantitative temaer. Avgrensning og stoffutvelgelse var særlig utfordrende. Temaet ”generell relativitet” og temaer innen teknologi trekkes fram som eksempler på at formuleringene i læreplanen til tider var vanskelig å behandle. Kunnskapsløftets bruk av ”forklare virkemåten” og ”gi en kvalitativ beskrivelse” gis som eksempler på formuleringer det var vanskelig å ta tak i og at slike formuleringer blir opphav til forskjeller mellom bøkene.

Forfatterne er bevisste at det er forskjeller mellom læreverkene, og mener dette på mange måter er bra. En av forfatterne fra RST uttrykker det slik:

”Spesielt i Fysikk 2, der er bøkene nokså forskjellige faktisk. Og det synes jeg er bra, for da blir det et reelt valg.” RST

Jeg er enig i at det er spennende med to bøker som tilnærmer seg fysikkfaget på to så forskjellige måter, men at bøkens faglige innhold skiller seg fra hverandre mener jeg er uheldig i forhold til læreplanens uttalte mål om å oppnå en felles sluttkompetanse i fysikk.

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at fysikklærere mener det er absolutt viktigst å vektlegge faglig nivå og tekstlig framstilling ved valg av læreverker. Videre er oppgavene og læreverkets nettsted kriterier som tillegges stor vekt i lærernes vurdering av de kriteriene vi har foreslått. Pris, læreboktradisjon ved skolen og læreverkenes skille mellom temaer som skal behandles kvalitativt og temaer som skal behandles kvantitativt vektlegges lite ved valg av læreverker.

Forfatterne har lagt stor vekt på behandling av de nye temaene innen moderne fysikk og teknologi i sitt arbeid med læreverkene. Fra spørreundersøkelsen viser det seg derimot at bare halvparten av lærerne vurderer behandling av nye temaer generelt som viktig å vektlegge ved valg av læreverker. Dette indikerer at prioriteringene hos forfatterne skiller seg fra lærernes prioriteringer når det gjelder de nye temaene i læreplanen for fysikk.

6.1 Forslag til videre arbeid

Denne oppgaven har tatt for seg den tekstlige framstillingen i de ulike læreverkene, og særlig i forbindelse med nye temaer i læreplanen. Det innebærer at kompetansemål fra hovedområdene ”moderne fysikk”, ”fysikk og teknologi” og ”den unge forskeren” har stått i fokus.

Den tekstlige framstillingen er selvfølgelig et av de viktigste aspektene ved bøkene, men det er også andre interessante sider som for eksempel eksempelbruk og bildebruk i forhold til tekst.

I tillegg består ikke undervisningsmaterialet fra forlagene bare av lærebøkene, men også av studie bøker og nettsteder. Disse har ikke vært behandlet i denne oppgaven. Hvordan for eksempel hovedområdet ”den unge forskeren” og ”å beskrive naturen med matematikk” med de kompetansemålene som inngår blir behandlet, hadde vært en spennende problemstilling å utforske. En gjennomgang av anbefalte forsøk, oppgaver og tilleggsstoff er også sider ved undervisningsmaterialet fra forlagene som kan være interessant å undersøke.

Litteratur

- Aaneby, S. (1991). Lærernes valg av læremidler i seks ulike skoler i Oslo og Akershus, NFF.
- Angell, C., T. Ekern, et al. (1997). Etterutdanning i fysikk etter R-94. Oslo, Skolelaboratoriet ved Fysisk institutt, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo: 101.
- Angell, C., Ø. Guttersrud, et al. (2003). "Physics: Frightful, But Fun. Pupils' and Teachers' View of Physics and Physics Teaching." *Science Education* **88**(5): 683 - 706.
- Angell, C. and E. K. Henriksen. (2008). "Implementering av ny læreplan i fysikk Plan for forskningsprosjekt ved Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, UiO." Retrieved 08.07, 2009, from <http://www.fys.uio.no/skolelab/Laereplanprosjektet/prosjektbeskrivelse.pdf>.
- Angell, C. and E. K. Henriksen (2009). Implementering av ny læreplan i fysikk - arbeidsdokument, Skolelaboratoriet, Fysisk Institutt, UiO.
- Angell, C., E. K. Henriksen, et al. (2003). Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av!: fysikkfaget i norsk utdanning: innhold - oppfatninger - valg. Oslo, Gyldendal akademisk: s. 165-198.
- Angell, C., E. K. Henriksen, et al. (2007). "FYS21 - et prosjekt om modellering og vitenskapelig arbeids- og tenkemåte i fysikkundervisningen." *NorDiNa* **6**: 86 - 92.
- Bratholm, B. (2001). Godkjenningsordningen for lærebøker 1889-2001, en historisk gjennomgang.
- Bueie, A. A. (2002). Lærebokvalg - en formalisert og systematisk prosess?: en undersøkelse av valg av lærebøker for norskfaget i denvideregående skolen. Tønsberg, Høgskolen i Vestfold.
- Bungum, B. (2008). "Images of physics: an explorative study of the changing character of visual images in Norwegian physics textbooks." *NorDiNa* **4**: 132 -141.
- Callin, N. P., J. Pålsgård, et al. (2007). (Fysikk 1) Ergo: grunnbok, Aschehoug & co.
- Callin, P., J. Pålsgård, et al. (2008). (Fysikk 2) Ergo: grunnbok, Aschehoug & co.
- Carlone, H. B. (2003). "Innovative science within and against a culture of "achievement"." *Science Education* **87**(3): 307 - 328.
- Cook, T. D., D. T. Campbell, et al. (1979). Quasi-experimentation: design & analysis issues for field settings. Boston, Houghton Mifflin Co.
- Dewey, J. (1956). The child and the curriculum ; The school and society. Chicago, The University of Chicago Press.

- Driver, R. (1998). *Constructing scientific knowledge in the classroom*. London, Routledge: S. 258-275.
- Driver, R., P. Newton, et al. (2000). "Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms." *Science Education* **84**(3): 287-312.
- Duschl, R. A. and J. Osborne (2002). "Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education." *Studies in Science Education* **38**(1): 39-72.
- Gobert, J. D. (2000). "Introduction to model-based teaching and learning in science education." *International Journal of Science Education* **22**(9): 891-894.
- Goodlad, J. I. (1979). *Curriculum inquiry: the study of curriculum practice*. New York, McGraw-Hill.
- Grønhaug, K. and I. A. Kleppe (1989). "Er kvalitative metoder kvalitativt bedre?" *BETA Tidsskrift for bedriftsøkonomi* **1**: 27-36.
- Grønmo, S. (1996). Forholdet mellom kvalitative og kvantitative tilnæringer i samfunnsforskningen. *Kvalitative metoder i samfunnsforskningen*. H. Holter and R. Kalleberg. Oslo, Universitetsforlaget.
- Guba, E. G. and Y. S. Lincoln (1989). *Fourth generation evaluation*. Newbury Park, Calif., Sage.
- Gundem, B. B. (1990). *Læreplanpraksis og læreplanteori: en introduksjon til læreplanområdet*. Oslo, Universitetsforl.
- Gundersen, D. and B. Berulfsen (2008). *Fremmedord blå ordbok*. Oslo, Kunnskapsforl.
- Guttersrud, Ø. (2008). Mathematical modelling in upper secondary physics education: defining, assessing and improving physics students' mathematical modelling competency. [Oslo], Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo. **no. 691**: 237 s.
- Harkjerr, T. (2002). *Skolefysikken i saksen til Isaachsen: en studie av Isaachsens lærebøker i fysikk for realgymnaset 1903-1969*. Oslo, T. Harkjerr: 125 s., pl.
- Holton, G. (1999). *VoiceWalker*. Santa Barbara, Linguistics Department of the University of California.
- Jerstad, P., B. Sletbak, et al. (2007). *Rom Stoff Tid: Fysikk 1*, Cappelen.
- Jerstad, P., B. Sletbak, et al. (2008). *Rom Stoff Tid: Fysikk 2*, Cappelen.
- Johannessen, A. (2007). *Introduksjon til SPSS: versjon 14, 15 og 16*. Oslo, Abstrakt forl.
- Johannessen, A., P. A. Tufte, et al. (2006). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo, Abstrakt forl.

- Juhlin Svensson, A.-C. (2000). Nya redskap för lärande: studier av lärares val och användning av läromedel i gymnasieskolan. Stockholm, HLS förlag. **23**: 112 s.
- Knain, E. (1999). Naturfagets tause stemme: diskursanalyse av lærebøker for natur- og miljøfag i et allmenndannelsesperspektiv, Universitetet i Oslo, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet og Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling.
- Knain, E. (2001). Naturvitenskap og virkelighet i lærebøker.
- Kvale, S. (1997). Det kvalitative forskningsintervju. Oslo, Ad notam Gyldendal.
- Kvale, S. and S. Brinkmann (2008). Interviews: an introduction to qualitative research interviewing. London, Sage.
- Lincoln, Y. S. and E. G. Guba (1985). Naturalistic inquiry. Beverly Hills, Calif., Sage.
- Mortimer, E. and P. Scott (2003). Meaning making in secondary science classrooms. Maidenhead, Open University Press.
- Nelson, J. (2006). "Hur används läroboken av lärare och elever?" NorDiNa **4**: 16-27.
- Newth, E. and G. Einevoll (2005). Naturens kode. Oslo, Gyldendal akademisk.
- Nordby, K. (2008). Empirisk-matematisk modellering i fysikk: utvikling og utprøving av undervisningsopplegg for 3FY. Oslo, K. Nordby: 122 s.
- Olsen, R. V. and Ø. Guldahl (2004). Fysikk for fremtiden: en drøfting av og grunnlag for framtidig læreplan i fysikk. [S.n.], Norsk fysikklærerforening.
- Osborne, J. and S. Collins (2000). "Pupils' and parents' views of the school science curriculum." School science review **82**: 23-31.
- Postholm, M. B. (2005). Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier. Oslo, Universitetsforl.
- Roberts, D. A. (1982). "Developing the concept of curriculum emphases in science education." Science Education **66**: 243-260.
- Roberts, D. A. and L. Östman (1998). Problems of meaning in science curriculum. New York, Teachers College Press.
- Robson, C. (2002). Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers. Oxford, Blackwell.
- Sjøberg, S. (1998). Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk. Oslo, Ad notam Gyldendal.
- Sjøberg, S. (1999). "Fysikk som allmenndannelse - hvorfor bør alle lære fysikk?" Retrieved 16.07.2009, from http://rstnett-r94.cappelen.no/fysikk_allmenndannelse.html.
- Sjøberg, S. (2005). Naturfag som almenndannelse: en kritisk fagdidaktikk. Århus, Klim.

- Skjelbred, D. (2003). Valg, vurdering og kvalitetsutvikling av lærebøker og andre læremidler: sluttrapport. Tønsberg, Høgskolen i Vestfold.
- Skjelbred, D. and B. Aamotsbakken (2003). Det flerkulturelle perspektivet i lærebøker og andre læremidler: sluttrapport. Tønsberg, Høgskolen i Vestfold.
- SPSSInc. (2007). SPSS 16.0. Chicago, Illinois
- Støa, B. (2001). Formidling av kunst- og kulturhistorie i den videregående skole : er det læreboken eller læreren som bestemmer hvordan?: S. 1-23.
- Utdannings- og , f. (2005). Realfag, naturligvis: strategi for styrking av realfagene 2002-2007. [Oslo], Departementet: 48 s.
- Utdanningsdirektoratet (2006a). Fysikk - programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram.
- Utdanningsdirektoratet (2007). Kunnskapsløftet - fra ord til handling. [Oslo], Utdanningsdirektoratet.
- Wadel, C. (1991). Feltarbeid i egen kultur: en innføring i kvalitativt orientert samfunnsforskning. Flekkefjord, SEEK.
- Wellington, J. J. and J. Osborne (2001). Language and literacy in science education. Buckingham, Open University Press.
- Yin, R. K. (2003). Case study research: design and methods. Thousand Oaks, Calif., Sage.
- Ålvik, T. (1978). Rapport fra læreplanprosjektet 1977/1978. Lillehammer, Oppland distriktshøgskole.

Spørreskjema om ny læreplan i fysikk

Bakgrunnsdata

Kjønn: kvinne mann

Alder: år

Høyeste utdanning: (for eksempel hovedfag i fysikk)

Antall år i skolen:

Læreplanen

I første del av spørreskjemaet er vi interessert i hvilket syn norske fysikklærere har på læreplanen i fysikk i Kunnskapsloftet. Spesielt er vi interessert i fysikklærernes syn på de endringene som ble innført. I det følgende kommer en rekke spørsmål eller utsagn om læreplanen i fysikk som vi vil du skal svare på eller ta stilling til.

Spørsmål 1

Det første vi ber om er at du skal vurdere hvor god den nye læreplanen i det store og hele er. Vi ber altså om en helhetsvurdering av læreplanen slik den nå fremstår.

lite god nokså god god svært god

Skriv gjerne en kommentar:

Spørsmål 2

Programfaget fysikk er strukturert i hovedområder. Hvor god synes du denne strukturen er?

lite god nokså god god svært god

Skriv gjerne en kommentar:

Spørsmål 3

For hvert hovedområde er det formulert kompetansemål. I hvilken grad synes du at kompetansemålene ivaretar fysikkfaget slik du ønsker at det skal være?

i liten grad i noen grad i stor grad i svært stor grad

Skriv gjerne en kommentar:

Læreverk

I dette avsnittet spør vi om hvilke faktorer som innvirker på valg av læreverk.

Spørsmål 24

Hvilket læreverk brukes ved din skole?

- Ergo Rom, Stoff, Tid

Spørsmål 25

Er du enig i valget av læreverk?

- Ja Nei

Spørsmål 26

I hvilken grad vil du vektlegge følgende faktorer ved valg av læreverk?

Sett ett kryss på hver linje i skjemaet som følger.

	i liten grad	i noen grad	i stor grad	i svært stor grad
Prisen på læreverket				
Læreverkets layout/utseende				
Læreverkets faglige nivå				
Læreverkets tekstlige framstilling				
Læreboktradisjonen ved skolen				
Dagsaktuelle eksempler				
Læreverkets nettsted				
Læreverket skiller klart mellom temaer som skal behandles kvalitativt og kvantitativt				
Læreplanens grunnleggende visjon er synlig i læreverket				
Erfaringer og anbefalinger fra kolleger				
Oppgavene (vanskelighetsgrad, variasjon)				
Foreslåtte forsøk				
Læreverkets omfang (sideantall)				
Læreverkets behandling av teknologi				
Læreverkets behandling av matematikk i fysikk				
Læreverkets behandling av nye emner i moderne fysikk				



**UNIVERSITETET
I OSLO**

*Skolelaboratoriet
Gruppen for fysikkdidaktikk
Fysisk institutt
Boks 1048 Blindern, N-0316 Oslo
Telefon: 2285 6443 / 2285 7886
e-post: skolelab@fys.uio.no*

28.april 2008

Til Rektor

Spørreundersøkelse om ny læreplan i fysikk i Kunnskapsløftet

Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, starter våren 2008 forskningsprosjektet "**Fysikk i ny læreplan**". Prosjektets hovedproblemstilling er hvordan de nye læreplan-elementene blir implementert i fysikkfaget i videregående skole, og hvordan de blir mottatt av fysikklærere og – elever. Prosjektet er nærmere beskrevet på <http://www.fys.uio.no/skolelab/Laereplanprosjektet/>. I første fase av prosjektet ønsker vi å belyse følgende spørsmål:

1. Hva er norske fysikklæreres syn på endringene (spesielt innen temaet kvantefysikk) som ble foretatt i læreplanen for fysikk i Kunnskapsløftet?
2. Hvordan er lærernes faglige og didaktiske bakgrunn for å gi god undervisning i de nye temaene, og hvilke behov ser lærerne for etterutdanning og materielle ressurser?
3. Hva er lærernes erfaringer med de nye elementene i læreplanen etter første gangs undervisning etter ny plan?
4. Hvilke prioriteringer gjør lærere i valg av læreverker for fysikkfaget?

Vi har utarbeidet et spørreskjema som vi håper at flest mulig av landets fysikklærere vil besvare. For å få inn flest mulig svar ber vi om hjelp fra rektorene ved alle skoler i landet som tilbyr Fysikk programfag. Resultatet og betydningen av undersøkelsen er selvsagt avhengig av en god svarprosent.

Vedlagt er fem spørreskjemaer samt en ferdig adressert svarkonvolutt. Er det mer enn 5 fysikklærere på skolen, vil vi gjerne at dere lager det nødvendige antall ekstra kopier av spørreskjemaet. Som "fysikklærer" regnes en lærer som underviser Fysikk 1 programfag eller 3FY studieretningsfag i år, eller som vanligvis underviser i fysikk eller forventes å gjøre det neste skoleår. Vi vil gjerne ha spørreskjemaene tilbake i utfylt stand så snart som mulig, og **helst ikke senere enn 20. mai 2008.**

Spørreskjemaene skal besvares anonymt. Svarene blir behandlet konfidensielt, og selvsagt vil ingenting som kan spores tilbake til enkeltpersoner eller enkeltskoler, bli offentliggjort.

Ved å delta i undersøkelsen bidrar skolen til bedre forståelse av hvordan fysikkfaget fungerer og hvordan fysikkundervisningen kan gjøres enda bedre. Resultater fra undersøkelsen vil bli framlagt i relevante faglige, didaktiske og skolepolitiske fora.

På forhånd tusen takk for hjelpen!

Med hilsen

Carl Angell

Hanne Øien Halsan

Ellen K. Henriksen

Reidun Renstrøm

Appendiks 3

Purrebrev spørreskjema

Kjære fysikklærer!

Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, starter våren 2008 forskningsprosjektet "Fysikk i ny læreplan". Prosjektets hovedproblemstilling er hvordan de nye læreplanelementene blir implementert i fysikkfaget i videregående skole, og hvordan de blir mottatt av fysikklærere og -elever. Prosjektet er nærmere beskrevet på <http://www.fys.uio.no/skolelab/Laereplanprosjektet/>.

Vi har utarbeidet et spørreskjema som vi håper at flest mulig av landets fysikklærere vil besvare. Skjemaet ble for et par uker siden sendt ut i papirform sammen med et brev adressert til rektor ved alle videregående skoler som ifølge våre opplysninger tilbyr fysikk programfag. Vi ba om svar innen 20. mai.

Har du mottatt et slikt spørreskjema fra administrasjonen på din skole? Hvis ikke, ber vi deg pent om å forsøke å oppspore skjemaet på skolen eller å skrive det ut (vedlegg til denne e-posten). Vi håper at du vil ta deg tid til å svare og at du vil oppfordre fysikklærerkolleger til å gjøre det samme!

Spørreskjemaene skal besvares anonymt. Svarene blir behandlet konfidensielt, og selvsagt vil ingenting som kan spores tilbake til enkeltpersoner eller enkeltskoler, bli offentliggjort.

Ved å delta i undersøkelsen bidrar du til bedre forståelse av hvordan fysikkfaget fungerer og hvordan fysikkundervisningen kan gjøres enda bedre. Resultater fra undersøkelsen vil bli framlagt i relevante faglige, didaktiske og skolepolitiske fora.

Utfylte skjemaer sendes snarest mulig, og helst innen 20. mai, til

Skolelaboratoriet
Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo
Postbok 1048 Blindern
0316 OSLO

På forhånd tusen takk for hjelpen!

Med hilsen

Carl Angell, Hanne Øien Halsan, Ellen K. Henriksen, Reidun Renstrøm

Appendiks 4

Koder spørreskjema

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	id	kjonn	alder	utd	aar	sp24	sp25	v31	v32	v33	v34	v35
2				<i>høyest utdanning</i>	<i>år i skolen</i>	<i>lærebok</i>	<i>enig</i>	<i>pris</i>	<i>layout</i>	<i>fag nivå</i>	<i>tekst fram</i>	<i>tradisjon</i>
	løpende nr	1 = Kvinne 2 = Mann		1 = master/hf fysikk 2 = annen master/hf 3 = bachelor fysikk 4 = 20vt/60stp fysikk 5 = master/hf realfagsdidaktikk 6 = cand mag fysikk 7 = sivilingenør 8 = dr.grad 9 = annet		1 = Ergo 2 = RST	1 = ja 2 = nei	1 = i liten grad 2 = i noen grad 3 = i stor grad 4 = i svært stor grad	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
3												
4												
5												
6	v36	v37	v38	v39	v40	v41	v42	v43	v44	v45	v46	
7	<i>eksempl</i>	<i>nettsted</i>	<i>skille kval/kvant</i>	<i>visjon</i>	<i>erfar/anbef</i>	<i>oppg</i>	<i>forsøk</i>	<i>omfang</i>	<i>teknologi</i>	<i>matematikk</i>	<i>mod fysikk</i>	
8	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	
9												
10												
11												

Ergo mandag 1. desember 2008 14.30-16

Innledning

Presentasjon av meg og masteroppgaven.

- ”Lærebøkernes behandling av nye temaer/elementer i læreplan for fysikk”
- Inngår som en del av prosjektet ”Implementering av ny læreplan i fysikk”
- Ferdig V09

En liten begrunnelse for hvorfor jeg vil intervjuere forfatterne.

- Utvide datamaterialet – få noen perspektiver på hvorfor bøkene er som de er.
- I stedet for at jeg bare skal tro i min analyse, er det et poeng å få noen momenter som kan forklare noen av funnene analysen gir.
- Få innblikk i hvorfor valg er tatt – kapittelvalg, språklig tilnærming, valg av stoff, rekkefølge, tolkning av læreplanen. BEGRUNNELSER

Intervjuets anvendelse

- Inngå som en del av datamaterialet i masteroppgaven.
- Tillatelse til å bruke sitater.

Den som siteres kan identifiseres – dere får muligheten til å lese gjennom de delene av oppgaven som inneholder sitater fra intervjuet. På denne måten hindrer vi at noen føler seg feilsitert.

Det vil ikke angis navn ved sitatene, men det vil takkes i forord hvis dette er greit for intervjuobjektene.

De områdene jeg vil komme innom i intervjuet.

- Læreplanen og tanker rundt denne
 - o Kvalitative vs kvantitative temaer.
- Nye temaer i læreplanen.
- Litt spesifikt om lærebøkene.

Bakgrunnsinformasjon av forfatterne

- Utdanning. År i skolen. Spesialfelt innen fysikk.

Kunnskapsløftet K06 – implementering i lærebøkene (20-30 min)

Hva er den generelle oppfatningen av den nye læreplanen?

- Oppfatning av hva visjonen i læreplanen er.

VISJON: helhetsfølelse, overordnet uttrykk, ”filosofien”

- I hvilken grad har den overordnede visjone i læreplanen vært styrende for utformingen av læreverkene?

De fem hovedområdene – ”hvordan har man forholdt seg til de i struktureringen av lærebøkene”?

- Oppdelingen i de fem hovedområdene
 - Klassisk fysikk. Moderne fysikk. Å beskrive naturen med matematikk. Den unge forskeren. Fysikk og teknologi
- I hvilken grad har læreplanens struktur med de fem hovedområdene vært styrende i utformingen av læreverkene?

Har noen av kompetansemålene i læreplanen skilt seg ut som mer spennende/utfordrende enn andre?

- Generell relativitetsteori: ”(...)gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien”
- Formel for interferens – tatt med(!): ”(...)og forklare kvalitativt bøyings- og interferensfenomener”
- Likning for fotoelektrisk effekt – tatt med: ”gjøre rede for Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt, og kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med fotoelektrisk effekt, comptonspredning og partiklers bølgenatur representerer et brudd med klassisk fysikk”
- Sammenfiltrede fotoner: ”(...)beskrive fenomenet sammenfiltrede fotoner og gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av dem”
- Kvalitative vs Kvantitative temaer/temaer
 - Læreplanen vektlegger veldig det å skille klart mellom temaer som skal behandles kvalitativt og temaer som skal behandles kvantitativt. Hvordan er dette vurdert og anvendt i utformingen av læreverkene?
 - Spesielle utfordringer ved kvalitativ framstilling.

Allmenndannelse – sentralt i arbeidet?

- I hvilken grad har man hatt en allmenndannelsestilnærming til utformingen av læreverkene?

Nye temaer/elementer (20-30 min)

ER DET NOEN NYE TEMAER/ELEMENTER DU/DERE VIL TREKKE FRAM SOM EKSTRA SPENNENDE/UTFORDRENDE?

FYSIKK 1:

- Halvlederteknologi, Digital fotografering, Dioder/Transistorer/Sensorer.
- Alternative forklaringsmodeller
 - o Hvordan er begrepet tolket
 - o Pseudovitenskap – magnethealing/ploaritetsterapi
 - o Krystaller/tobakk (Urvisdom fra Østen)

FYSIKK 2:

- Generell relativitetsteori.
- Fotoelektrisk effekt/Comptonspredning – brudd med klassisk fysikk.
- Sameksisterende, motstridende teorier – vitenskaplige strider.
 - Heliosentrisk/geosentrisk verdensbilde – avklart strid
 - Generell relativitetsteori/standardmodellen – ikke avklart!
- Sammenfildrede fotoner/Heisenbergs uskarphetsrelasjon.
- Medisinske anvendelser av fysikk.
 - Røntgen vært med tidligere også, MR og ultralyd kommet inn som nye eksempler
- Sampling og digital behandling av lyd.

Bøkene (15-20 min)

- Ergo implementerer vitenskapshistorien og beskrivelsen av den naturvitenskaplige metoden i første kapittel i Fysikk 1. Hvorfor?
- Innholdsfortegnelsen er mer eller mindre den samme i de nye bøkene(Fysikk 1 og 2) som i de gamle(2FY og 3FY). Hvorfor er den ”gamle innholdsfortegnelsen” beholdt?
- Kapittelinnledningene og teksten generelt spiller på elevenes hverdag, og spørsmål de kan stille seg når de står ovenfor spennende og facinerende fenomener og hverdagslige fenomener. Hvorfor er denne vinklingen valgt?
- I Fysikk 1 har Teknologi fått et eget kapittel. I Fysikk 2 er teknologiske anvendelser implementert i kapitlene. Lyd skilt ut. Hvorfor?
- Ergo starter med klassisk fysikk. Dette er kanskje det som skiller dere mest fra RST. Hvorfor har dere valgt dette?

- I Fysikk 1 har dere tatt med lyd som en del av bølge-kapitlet. Er dette fordi det dukker opp senere i faget, eller er det en naturlig del av bølger i fysikk?
- Har dere som forfatterteam blitt enige/satt noen hovedprinsipper/overordnede tanker som har vært styrende/viktige for lærebokskrivningen?

Avslutning (5-10 min)

Avsluttende kommentarer.

Max tid: ca 1t 40min

RST torsdag 27. november 2008 14-16

Innledning (5-10 min)

Presentasjon av meg og masteroppgaven.

- ”Lærebøkernes behandling av nye temaer/elementer i læreplan for fysikk”
- Inngår som en del av prosjektet ”Implementering av ny læreplan i fysikk”
- Ferdig V09

En liten begrunnelse for hvorfor jeg vil intervju noen forfattere.

- Utvide datamaterialet – få noen perspektiver på hvorfor bøkene er som de er.
- I stedet for at jeg bare skal tro i min analyse, er det et poeng å få noen momenter som kan forklare noen av funnene analysen gir.
- Få innblikk i hvorfor valg er tatt – kapittelvalg, språklig tilnærming, valg av stoff, rekkefølge, tolkning av læreplanen. BEGRUNNELSER

Intervjuets anvendelse

- Inngå som en del av datamaterialet i masteroppgaven.
- Tillatelse til å bruke sitater.

Den som siteres kan identifiseres – dere får muligheten til å lese gjennom de delene av oppgaven som inneholder sitater fra intervjuet. På denne måten hindrer vi at noen føler seg feilsitert.

Det vil ikke angis navn ved sitatene, men det vil takkes i forord hvis dette er greit for intervjuobjektene.

De områdene jeg vil komme innom i intervjuet.

- Læreplanen og tanker rundt denne
 - o Kvalitative vs kvantitative temaer.
- Nye elementer i læreplanen.
- Litt spesifikt om lærebøkene.

Bakgrunnsinformasjon av forfatterne

- Utdanning, År i skolen, Spesialfelt innen fysikk

Kunnskapsløftet K06 – implementering i lærebøkene (20-30 min)

Hva er den generelle oppfatningen av den nye læreplanen?

- Oppfatning av hva visjonen i læreplanen.
- VISJON: helhetsfølelsen, overordnet uttrykk, ”filosofien”
- I hvilken grad har den overordnede visjonen i læreplanen vært styrende for utformingen av læreverkene?

De fem hovedområdene – ”hvordan har man forholdt seg til de i struktureringen av lærebøkene?”

- Oppdelingen i de fem hovedområdene
 - Klassisk fysikk, Moderne fysikk, Å beskrive naturen med matematikk, Den unge forskeren, Fysikk og teknologi.
- I hvilken grad har læreplanens struktur med de fem hovedområdene vært styrende i utformingen av læreverkene?

Har noen av kompetansemålene i læreplanen skilt seg ut som mer spennende/utfordrende enn andre?

- Generell relativitetsteori: ”(...)gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien”
- Formel for interferens – ikke tatt med: ”(...)og forklare kvalitativt bøyings- og interferensfenomener”
- Likning for fotoelektrisk effekt – tatt med: ”gjøre rede for Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt, og kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med fotoelektrisk effekt, comptonspredning og partiklers bølgenatur representerer et brudd med klassisk fysikk”
- Sammenfiltrede fotoner: ”(...)beskrive fenomenet sammenfiltrede fotoner og gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av dem”
- Kvalitative vs Kvantitative temaer/temaer
 - a. Læreplanen vektlegger veldig det å skille klart mellom temaer som skal behandles kvalitativt og temaer som skal behandles kvantitativt. Hvordan er dette vurdert og anvendt i utformingen av læreverkene?
 - b. Spesielle utfordringer ved kvalitative framstilling.

Allmenndannelse – sentralt i arbeidet?

- I hvilken grad har man hatt en allmenndannelsestilnærming til utformingen av læreverkene?

Nye temaer/elementer (20-30 min)

ER DET NOEN NYE TEMAER/ELEMENTER DU/DERE VIL TREKKE FRAM SOM EKSTRA SPENNENDE/UTFORDRENDE?

FYSIKK 1:

- Halvlederteknologi, Digital fotografering, Dioder/Transistorer/Sensorer.
- Alternative forklaringsmodeller
 - o Hvordan er dette begrepet tolket?
 - o Astrologi/Østens mystikk/"Det grønne rommet"

FYSIKK 2:

- Generell relativitetsteori.
- Fotoelektrisk effekt/Comptonspredning – brudd med klassisk fysikk.
- Sameksisterende, motstridende teorier – vitenskaplige strider.
 - Sammenfildrede fotoner/Heisenbergs uskarphetsrelasjon. Bohr/Einstein
 - Newtons mekanikk og Einsteins relativitetsteori – sameksisterer
- Medisinske anvendelser av fysikk.
 - Røntgen vært med tidligere også, MR og ultralyd kommet inn som nye eksempler
- Sampling og digital behandling av lyd.

Bøkene (15-20 min)

- RST innleder med den moderne fysikken – hvorfor?
 - o Hvordan bestemte man kapittelrekkefølgen i bøkene?
- Hva er begrunnelsen for at den generelle relativitetsteorien er lagt til kapittelet "Gravitasjonsfelt" og ikke til "Relativitetsteori"?
- Har dere som forfatterteam blitt enige/satt noen hovedprinsipper/overordnede tanker som har vært styrende/viktige for lærebokskrivningen?
- Egne kapitler som går på fysikk og vitenskapshistorie: "Naturvitenskapen fysikk" og "Fire ideer som forandret...". Hvorfor?
- Særlig når det gjelder moderne fysikk introduseres teoriene gjennom en historisk vinkling. Man viser hvordan teoriene ble til, ved å vise til personer og eksperimenter. Hvorfor har man valgt det?

Avslutning (5-10 min)

Avsluttende kommentarer.

Max tid: ca 1t 40min