

# Temaet elektrisitet i et historisk perspektiv

*En analyse av lærebøker i naturfag*

Masteroppgave i fag- og yrkesdidaktikk, naturfag

Bjørn Erik Krogsæter

Hamar, Mai 2016

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse

Program for lærerutdanning



NTNU  
Norwegian University of  
Science and Technology

© Bjørn Erik Krogseter 2016

Hovedveileder: Berit Bungum

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Program for lærerutdanning

Trykk: NTNU Grafisk senter

# Sammendrag

Bakgrunnen for denne oppgaven er lærebøkers rolle i skolen, i lys av utviklingen av det abstrakte, men viktige temaet elektrisitet. Hovedformålet er å belyse hvordan temaet elektrisitet har endret seg i naturfaglærebøker for ungdomstrinnet, i et historisk perspektiv. Utvalget består av lærebøker som er skrevet i tidsrommet 1921-2015. Dokumentanalyse er metoden som benyttes, og oppgavens data er generert og analysert basert på et utvalg av fem lærebøker. Disse er kjent for å være mye brukt og har preget skolen. De fem lærebøkene er:

1. Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm fra 1921
2. Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik fra 1943
3. FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug fra 1976
4. Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand fra 1998
5. Nova 10 av Steiniger & Wahl fra 2015

For å undersøke endringen er det to fokusområder i oppgaven. For det første ses det nærmere på hvilket fagstoff og begreper som står sentralt. For det andre analyseres bøkene ut ifra hvilke vinklinger fagstoffet har, basert på et rammeverk av Roberts (1982). Rammeverket tar for seg sju vinklinger fagstoffet kan ha, som viser til ulike orienteringer og hensikter i naturfaget.

Studien viser at det har vært enkelte endringer med tanke på vektlegging av fagstoffet og begreper i bøkene. Ofte ser det ut som disse endringene henger sammen med både kulturelle, faglige, pedagogiske og didaktiske ideer som har vært rådende gjennom tiden. Det viser seg også at det er en bred dekning av vinklinger på fagstoffet i bøkene. Seks av vinklingene er synlige i hele utvalget. Dette betyr nødvendigvis ikke at den siste ikke er tilstede i andre kapitler i bøkene. Det er noen endringer i forhold til hvilke som i størst grad er representert, og hvordan de kommer til uttrykk i bøkene. Det ser ut som at det er mer fokus på fagstoffets bidrag til en hverdagsmestring og nytteverdi jo nærmere vi kommer vår tid. Samtidig ser man en endring mot at naturvitenskapens egenart kommer mer eksplisitt frem i nyere bøker.

Studien viser til tross for dette, at det er en overraskende stabilitet i lærebøkene, foruten de «åpenbare» endringene man kan forvente å se. Til tross for at lærebøkene er et uttrykk for fagets tenkning og utvikling, samt pedagogiske og didaktiske ideologier, kan det se ut som at fagtradisjoner har stått og fortsatt står sterkt.

# Abstract

This study is based on textbooks role in school, in light of the developments in the abstract, but important topic electricity. The main purpose is to illustrate how electricity has changed in science textbooks for lower secondary school, in an historical perspective. The selection of textbooks consists of books written in the period 1921-2015. Document analysis is the method used and the data are generated, and analyzed based on the selection of five textbooks, which are known to be widely used and that have characterized the art. The five textbooks are:

1. Fysikk for middelskolen by Havig, Holmsen & Strøm from 1921
2. Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset by Bruun & Devik from 1943
3. FYSIKK/KJEMI 7 og 8 by Brandt & Frøshaug from 1976
4. Tellus 9 by Ekeland, Johansen, Rygh & Strand from 1998
5. Nova 10 by Steineger & Wahl from 2015

To answer the question, there are two focus areas in the study. Firstly, it is focus on what subject matter and concepts that are central. Second, it analyzes the books, based on which approaches the subject matter has, based on a framework of Roberts (1982). The framework focuses on seven approaches the subject matter may be referring to, and they represent different orientations and purposes in science education.

The study shows that there have been some changes in the books, in terms of the first focus. Often it seems that these changes are connected with the cultural, academic, pedagogical and didactic ideas that has prevailed through time. It also proves that there is a wide coverage of approaches on the subject matter in the books. Six of the approaches are visible in the whole selection. This does not necessarily mean that the latter is not present in other chapters in the books. There are some changes in terms of which approaches that are represented, and how they are expressed in the books. It looks like there is more focus on the subject matter contributions to everyday coping, and the usefulness of science the closer we get to our time. Meanwhile, you can also see a change towards that nature of science is more explicit represented in recent books. Despite this the study shows a surprising stability in the textbooks, besides the "obvious" changes we can expect to see. Despite that textbooks are an expression of the subject's thinking and development, as well as educational and didactic ideologies, it may look like that traditions have stood and still possibly stands strong.

# Forord

Denne masteroppgaven er gjennomført ved program for lærerutdanning, fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse, NTNU. Interessen for å skrive en oppgave knyttet til lærebøker i naturfag stammer fra en personlig og faglig interesse. Henholdsvis fra yrkesfag – elektro på videregående skole, yrkesvalg og interesse for naturfaget generelt.

Jeg vil for det første rette en stor takk til min veileder Berit Bungum for å ha vært positiv til og støttet mitt arbeid hele veien. Og ikke minst for gode konstruktive tilbakemeldinger, samtaler og oppfølging underveis i arbeidet.

Jeg vil videre takke min biveileder Anne Holt for gode tilbakemeldinger, og for at hun har gitt meg muligheten til å svippe innom kontoret for å få svar på spørsmål jeg har lurt på.

En takk må også rettes til andre ressurspersoner som har hjulpet med, Knut Ståle Hauge for råd og tilgang på gamle lærebøker og Anders Isnes for råd til utvalget for min oppgave.

Til slutt vil jeg takke min mor og medstudenter for uvurderlig støtte og hjelp gjennom arbeidet med min masteroppgave.

Hamar, mai 2016

Bjørn Erik Krogsæter

# Innholdsfortegnelse

|   |             |
|---|-------------|
| <b>SAMMENDRAG</b> .....   | <b>III</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>IV</b>   |
| <b>FORORD</b> .....   | <b>V</b>    |
| <b>FIGURLISTE</b> .....   | <b>VII</b>  |
| <b>TABELLISTE</b> .....   | <b>VIII</b> |
| <b>1 INNLEDNING</b> .....   | <b>1</b>    |
| 1.1 Formålet med oppgaven .....   | 1           |
| 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål .....   | 2           |
| 1.3 Avgrensning og begrepsavklaring .....   | 3           |
| 1.4 Oppgavens disposisjon .....   | 4           |
| <b>2 BAKGRUNN OG TEORETISKE PERSPEKTIVER</b> .....  | <b>5</b>    |
| 2.1 Naturfagets egenart og utvikling .....  | 5           |
| 2.1.1 <i>Naturfaget i norsk skole</i> .....   | 5           |
| 2.1.2 <i>Elektrisitet i læreplanene</i> .....   | 12          |
| 2.2 Lærebøker i naturfag for ungdomsskolen .....  | 17          |
| 2.2.1 <i>Hva kjennetegner naturfagsbøker?</i> .....   | 19          |
| 2.2.2 <i>Elektrisitet, typiske trekk og endringer</i> .....                                 | 24          |
| 2.3 Rammeverk: Vinklinger i naturfag .....  | 26          |
| <b>3 METODE</b> .....   | <b>32</b>   |
| 3.1 Utvalg .....  | 32          |
| 3.2 Dokumentanalyse .....   | 35          |
| 3.3 Datagenerering og analyse.....  | 36          |
| 3.4 Vurdering av validitet og reliabilitet.....   | 39          |
| <b>4 RESULTATER OG ANALYSE</b> .....  | <b>42</b>   |
| 4.1 Fysikk for middelskolen, Havig, Holmsen & Strøm 1921 .....                              | 43          |
| 4.2 Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnasiet, Bruun & Devik 1943 .....    | 48          |
| 4.3 FYSIKK/KJEMI 7 og 8, Brandt & Frøshaug 1976 .....                                       | 56          |
| 4.4 Tellus 9, Ekeland, Johansen, Rygh & Strand 1998.....                                    | 66          |
| 4.5 Nova 10, Steineger & Wahl 2015.....   | 77          |
| <b>5 DISKUSJON</b> .....  | <b>87</b>   |
| 5.1 Hvilket fagstoff og begreper står sentralt og hvordan fremstilles dette i bøkene? ..... | 87          |
| 5.2 Hvordan vinkles fagstoffet i lærebøkene .....   | 93          |
| <b>6 AVSLUTNING</b> .....   | <b>102</b>  |
| <b>LITTERATURLISTE</b> .....  | <b>105</b>  |

# Figurliste

|  |    |
|--|----|
| <b>Figur 1</b> Elektrisermaskin, Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm.....  | 47 |
| <b>Figur 2</b> Leydnerflasken, Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm .....   | 47 |
| <b>Figur 3</b> Definisjon på motstand, spenning og strøm Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm .....   | 47 |
| <b>Figur 4</b> Elektrisk vind og elektrisk pistol fra en elektrisermaskin, Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm.....                                  | 47 |
| <b>Figur 5</b> Elektroskopet og hvordan det fungerer, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik.....                              | 53 |
| <b>Figur 6</b> Figur og beskrivelse av tørrelementet, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik.....                              | 54 |
| <b>Figur 7</b> Figur og beskrivelse av varmtrådsapparatet, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik.....                         | 54 |
| <b>Figur 8</b> Analogi av effekt og arbeid med vannføring og fallhøyde i en foss, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik ..... | 55 |
| <b>Figur 9</b> Måling av strømstyrke med knallgassapparater Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik.....                        | 55 |
| <b>Figur 10</b> Ladningers frastøtning og tilrekking, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug .....   | 61 |
| <b>Figur 11</b> Visualisering og beskrivelse av elektroskopet, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug .....  | 61 |
| <b>Figur 12</b> To elektroskoper for å få elektroner til å vandre, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug .....  | 61 |
| <b>Figur 13</b> Vannmodell analogi, sammenligning med strømkrets, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug .....   | 61 |
| <b>Figur 14</b> Elektriske kretser for å bevise resistans, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug.....   | 62 |
| <b>Figur 15</b> Eksempel på definisjonsboks, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug .....  | 62 |
| <b>Figur 16</b> Figur som viser elektromagnetisk induksjon, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug.....  | 62 |
| <b>Figur 17</b> Skjematisk tegning av veien fra vassfallet til stikkkontakten, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug.....                                       | 63 |
| <b>Figur 18</b> Skjematisk tegning av veien fra stikkkontakten og videre inn i huset, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug.....                                | 63 |
| <b>Figur 19</b> Visualisering av overledning og eksempler på hva man må være forsiktig med, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug .....                         | 64 |
| <b>Figur 20</b> Merking av vekselstrøms- og likestrøms apparater, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug ...   | 64 |
| <b>Figur 21</b> Godkjenningsmerket av NEMKO, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug.....   | 64 |
| <b>Figur 22</b> Ti forsiktighetsregler, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug .....   | 65 |
| <b>Figur 23</b> Eksempler på reelle bilder, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand .....   | 71 |
| <b>Figur 24</b> Oversiktlig beskrivelse ved hjelp av tabell og figur som støtte for elevene, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand.....                     | 71 |
| <b>Figur 25</b> Hva består boka av, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand .....   | 72 |
| <b>Figur 26</b> Seriekobling og parallellkobling med batterier og lyspærer slik de faktisk ser ut, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand.....               | 73 |
| <b>Figur 27</b> Eksempler vist i egne blå bokser, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand .....   | 73 |
| <b>Figur 28</b> Historisk ramme om Thomas Alva Edison, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand.....   | 73 |
| <b>Figur 29</b> Huskestoff-boks som er lett å finne igjen i teksten, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand ...  | 74 |
| <b>Figur 30</b> Klinkekuleanalogi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand.....   | 74 |
| <b>Figur 31</b> Skiheisanalogi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand .....   | 74 |
| <b>Figur 32</b> Vannstrømsanalogi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand .....  | 75 |
| <b>Figur 33</b> Bilde av en kvinnelig elektriker som foretar målinger, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand .....  | 75 |
| <b>Figur 34</b> Fra vannstrøm til elektrisk energi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand.....  | 76 |
| <b>Figur 35</b> Typisk fremstilling med definisjonsbokser, figurer, figurtekster og bilder, Nova 10 av Steineger & Wahl.....                                       | 82 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figur 36</b> Beskrivelse av batteriet ved hjelp av en figur og figurtekst, Nova 10 av Steineger & Wahl ..... | 83 |
| <b>Figur 37</b> Fotografi og skjematisk figur av en turbin med generator, Nova 10 av Steineger & Wahl .....     | 83 |
| <b>Figur 38</b> Påtegnet fotografi for å vise at strømmen går i ring, Nova 10 av Steineger & Wahl .....         | 84 |
| <b>Figur 39</b> Bordtennisball-analogi, Nova 10 av Steineger & Wahl.....  | 84 |
| <b>Figur 40</b> Instruksjoner til et forsøk, Nova 10 av Steineger & Wahl.....                                   | 85 |

## Tabelliste

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabell 1</b> Argumenter for naturfag som i læreplanene 1890-1997 (Arnesen, 2002, s. 55) ..... | 6  |
| <b>Tabell 2</b> Naturvitenskapens egenart (Angell et al. 2011a. S. 372-373) .....                | 10 |
| <b>Tabell 3</b> Oppgavens utvalg av lærebøker .....  | 35 |
| <b>Tabell 4</b> Generell opptelling i bøkene .....   | 42 |
| <b>Tabell 5</b> Oversikt over hvilke vinklinger som er å finne i bøkene.....                     | 86 |



# 1 Innledning

Et skolefags innhold og struktur er ikke gitt en gang for alle, men er gjenstand for stadige endringer, nye tolkninger og forhandlinger. Hvilke funksjoner et skolefag skal ha har endret seg gjennom tidene, og det har vært ulike oppfatninger om dette. Det er gjennom nye læreplaner og reformer vi har sett de største endringene (Angell et al., 2011a). Dette vil i neste omgang påvirke lærebokforfattere og dermed føre til endringer i bøkene, men lærebøker kan også være et element som påvirker skolens innhold, struktur og læreplaner. Det er en gjensidig påvirkning mellom fagtradisjoner og lærebøker. Når endringer skjer må det utvikles nye lærebøker, eller nye utgaver gis ut. Dette har kommet klart til uttrykk hver gang læreplaner revideres (Angell et al., 2011a). Lærebøker har alltid hatt en sterk tradisjon i norsk skole og er en stor del av både elevens og lærers hverdag (Bachmann, 2005; Regjeringen, 1998; Rønning et al., 2008). Av denne grunn har bøkene stor betydning i elevens skolegang, kunnskapsbygging og forståelse. Dette har jeg også erfart både som lærer og elev, at lærebøker er et verktøy som det er lett å trykte seg til. Selv om vi i norsk skole forsøket å løsrive oss fra en lærebokstyrt skolehverdag, er nok fortsatt læreboka grunnlag for mye av skolens kunnskapsformidling. Av denne grunn er det viktig for lærer å kjenne til hva en lærebok i naturfag inneholder, og hvilke hensikter det som presenteres i lærebøker har.

I lærebøker blir naturfaget presentert ved hjelp av mange elementer og representasjonsformer. Elever møter mye forskjellig innhold, i form av tekst, bilder av ulike kategorier, grafer, symboler, begreper, lover, teorier og matematiske formler (Angell et al., 2011a; Dolin, 2002). Roberts (1982) presenterer sju vinklinger som tar hensyn til pensumdiversitet og hvilke hensikter naturfaget har, hvor det kan være fokus på alt fra hverdagsmestring, til at elevene skal lære seg den naturvitenskapelige historien og kulturen. Alle disse faktorene inngår og påvirker i stor grad lærebøkene som blir utviklet. Hvordan er det med enkeltstående fysikkfaglige temaer, slik som elektrisitet?

## 1.1 Formålet med oppgaven

Enhver person omgås elektrisitet i sitt dagligliv. I utviklingen vi har innenfor teknologi og elektriske innretninger er elektrisitetslæren en viktig forutsetning. I naturfaget har elektrisitetslæren en lang historie og det er et tema der det eksiterer mange hverdagsforestillinger eller misoppfatninger. Hvilken hensikt har lærebøkens endringer

innenfor elektrisitet hatt? Er det noen endringer som kan ha vært uhensiktsmessige? En lærer må være bevisst hvordan og hvorfor slike endringer skjer, hva de fører til, og at lærebøkene er med på å forme naturfaget i skolen (Ametller, Leach & Scott, 2007). Elektrisitet er et tema som i stor grad kan oppfattes som abstrakt. Det har jeg selv opplevd både gjennom tidligere skolegang, i undervisning på lærerskolen og i undervisning for elever. Elektrisitetens historiske utvikling, hvordan dette abstrakte temaet har utviklet seg har derfor fanget min interesse. Er det mulig å finne tydelige endringer med tanke på pedagogiske og faglige ideer innenfor temaet? Denne prosessen har startet med en idé som interesserer meg ut ifra faglige, personlige og samfunnsmessige hensyn. Ringdal (2013) sier dette er avgjørende for en motiverende og god forskning. Det er viktig å kjenne til et skolefags endringer og hvordan lærebøker håndterer disse med tanke på bokas sentrale rolle i skolen og elevenes kompetanseutvikling.

## 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

På bakgrunn av poengene ovenfor og mine interesser, vil jeg undersøke lærebøker i naturfag hovedsakelig for ungdomstrinnet, selv om nivået i bøkene som behandles er litt flytende. Dette med et historisk perspektiv som strekker seg ifra tidlig 1900-tallet og frem til i dag, for å se hvordan temaet elektrisitet har endret seg i lærebøkene. Problemstillingen for denne masteroppgaven er dermed som følger:

*Hvordan har temaet elektrisitet endret seg i lærebøker for ungdomstrinnet fra 1921 til 2015?*

### Forskningsspørsmål

Problemstillingen er åpen og omfattende. Derfor har jeg utformet mer konkrete forskningsspørsmål, for å gjøre denne lettere angripelig. Jeg vil se nærmere på hvordan lærebøkene tilrettelegger stoffet for elevene og hvilke endringer dette har ført til gjennom å undersøke forskningsspørsmålene nedenfor.

1. Hvilket fagstoff og begreper står sentralt og hvordan fremstilles dette i bøkene?
2. Hvordan vinkles fagstoffet i lærebøkene?

Det første forskningsspørsmålet tar for seg hva som blir behandlet i bøkene og ikke, deres oppbygning, struktur og grad av abstraksjon (matematisering etc.) inngår her. Det andre

spørsmålet tar for seg hvordan stoffet vinkles, altså hvilken hensikt fagstoffet og andre elementer i bøkene har.

### **1.3 Avgrensning og begrepsavklaring**

I analysen er det kun den tekstlige delen av lærebøkene, inkludert bilder, figurer, illustrasjoner, modeller og analogier i elektrisitetkapitlene som er behandlet. Jeg slår dette sammen til et begrep; grafiske elementer i enkelte deler av oppgaven. Sider med oppgaver, aktiviteter, forsøk og eventuelt elevbøker (eller andre ressurser som er utarbeidet, eksempelvis nettressurser) samt øvrige elementer i bøkene er ikke nevnt i denne oppgaven.

Videre er det kun selve elektrisitet kapittelet i læreboka jeg ser på – i to av bøkene FYSIKK/KJEMI 7 og 8 og Tellus 9, er det henholdsvis to kapiteler som omhandler dette. Det første kapitelet i hver av bøkene omhandler generelle sider ved elektrisitetslæren, men kapittel nummer to i disse bøkene tar for seg litt om blant annet elektronikk og generelle sider ved magneter. De sidene som behandler det sistnevnte er ikke behandlet. Dette innebærer fire sider i førstnevnte og fem sider i sistnevnte bok.

Ellers i oppgaven blir begrepene vitenskap og naturvitenskap brukt, med mindre det er presisert noe annet er det her hele tiden snakk om naturvitenskap. Begrepene naturfag og fysikk blir i noen tilfeller også brukt om hverandre. Dette er på bakgrunn av at temaet, elektrisitet, er en del av naturfagets disiplin fysikk.

Nivået lærebøkene er skrevet for er hovedsakelig det som i dag heter ungdomsskolen. Før 1935 het dette middelskolen, og når dette ble endret fikk vi den høyere allmennskolen. Her kan nivået sies å være noe høyere, på grunn av at dette omfattet realskolen og gymnas, hvor realskolen tilsvarer ungdomsskolen.

## 1.4 Oppgavens disposisjon

I kapittel 2 presenterer jeg bakgrunnen for studien teoretiske perspektiver. Her beskrives naturfagets egenart og dets utvikling. Etter dette beskrives hva som kjennetegner lærebøker i naturfag og dens rolle. Jeg viser til relevante sider ved temaet elektrisitet gjennom kapitlet. Helt til slutt presenteres et teoretisk rammeverk som danner grunnlaget for oppgavens analyse.

Videre i kapittel 3 presenteres oppgavens metode. Her beskrives utvalget, kjennetegn ved dokumentanalyse, og datagenereringen og analysen for oppgaven. Til slutt i dette kapitlet vurderer jeg hvordan påliteligheten, troverdigheten, overførbarheten og bekreftbarheten for undersøkelsen er ivaretatt.

I kapittel 4 presenteres resultatene og analysen av lærebøkene. Her vises eksempler fra bøkene som belyser begge forskningsspørsmålene. Utklipp fra bøkene for å underbygge eksemplene er plassert til slutt for hver bok.

I kapittel 5 drøftes bakgrunnen og de teoretiske perspektivene ifra kapittel 2 oppimot resultatene og analysen av utvalget, for å besvare oppgavens problemstilling. Dette kapitlet er delt inn i to ut ifra forskningsspørsmålene.

Helt til slutt i oppgaven, i kapittel 6 gjør jeg rede for hvordan mine funn belyser problemstillingen og jeg trekker en konklusjon. I tillegg viser jeg til interessante veier videre.

## 2 Bakgrunn og teoretiske perspektiver

Jeg begynner med å gjøre rede for generelle utdanningsperspektiver i naturfaget, hvor blant annet pedagogiske tanker, faglige ideer, utviklingen og fagets egenart behandles. Etter dette gir jeg en oversikt over de læreplanene som var gjeldende for de bøkene som behandles i oppgaven. Det neste jeg presenterer er generelt om lærebøker i naturfag for ungdomsskolen, hvor jeg ser på kjennetegn, typiske trekk og endringer i disse hvor jeg trekker frem en del eksempler fra elektrisitetslæren i hele kapitlet. Til slutt presenterer et rammeverk som jeg benytter meg av i analysen.

### 2.1 Naturfagets egenart og utvikling

#### 2.1.1 Naturfaget i norsk skole

Skolen generelt og naturfaget spesielt har på lik linje med læreplaner endret seg. Det har skjedd mye i skolesystemet ifra tidlig 1990-tallet til i dag. Dette gjelder både i forhold til innhold, struktur, tenkemåter, metoder og ikke minst didaktiske, pedagogiske og faglige ideer. Disse endringene har måtte begrunnes, og slik har det alltid vært for fagene i skolen (Sjøberg, 2009).

Sjøberg (2009) presenterer fire argumenter for hvorfor elevene skal lære naturfag. Dette er økonomi-, nytte-, demokrati- og kulturargumentet. *Økonomiargumentet* handler om at naturfaget er lønnsomt med tanke på forberedelse til yrke og utdanning i det moderne samfunnet. Her inngår at det er både personlig lønnsomt, og lønnsomt for samfunnet. *Nytteargumentet* tar for seg at naturfaget er nyttig for å praktisk mestre dagliglivet i dagens samfunn. *Demokratiargumentet* tar derimot for seg at naturvitenskapelig kunnskap bidrar til å mestre, og være deltagende i et demokratisk samfunn på en ansvarlig måte. Det siste *Kulturargumentet* handler om at naturvitenskapen er et av menneskenes viktigste kulturprodukter og er en del av kulturarven som har bidratt til vår virkelighetsforståelse. Arnesen (2002) har i sin masteroppgave sett på læreplaner fra 1890 frem til 1997. Hun har undersøkt hvilke argumenter som brukes for å lære naturfag i læreplanene. Her er Sjøbergs kategorier inkludert. Arnesen sine resultater er gjengitt i tabell 1. Tabellen viser at flere av argumentene er synlige og har vært dette i lang tid. Det vil si at det er et bredt syn på hva elevene skal lære. I en studie av Olsen et al. (2004) på læreplaner, var et av funnene at fysikken i den norske skolen ofte vinkles bredere enn i mange andre land. Dette ser man hovedsakelig gjennom

at det i læreplanene legges betydelig vekt på samfunnsmessige og kulturelle sider i faget, og ikke minst anvendelser i dagliglivet (referert i Angell et al., 2011a).

Tabell 1 Argumenter for naturfag som i læreplanene 1890-1997 (Arnesen, 2002, s. 55)

|                    | 1890 | 1922 | 1939 | 1960 | 1974 | 1987 | 1997 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nytteargument      | X    | X    | X    |      | X    | X    | X    |
| Kulturargument     |      | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Naturglede         |      | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Motivasjon         |      |      | X    | X    |      |      |      |
| Demokratiargument  |      |      |      |      | X    | X    | X    |
| Økonomisk argument |      |      |      |      | X    | X    | X    |
| Etikk              |      |      |      |      |      | X    |      |

Generelt sett kan dette oppsummeres til at faget kan betraktes som studieforbereende eller allmenndannende (Angell et al., 2011a). Det studieforbereende perspektivet for naturfag tar utgangspunkt i at samfunnet vi i dag lever i er avhengig av høy naturvitenskapelig kompetanse. Det er skolens oppgave å legge til rette for at elevene får tilstrekkelig kunnskap og kompetanse, for et godt grunnlag i videre studier og arbeidsliv. Dette innebærer at elevene får en solid oversikt over fysikkens fundamentale begreper og sammenhenger, samt ferdigheter i eksperimentell og matematisk fysikk. Av denne grunn er det naturlig å vektlegge de mest grunnleggende delene i fysikken, som blant annet mekanikk, elektromagnetisme og elektrisitet. Med tanke på rekruttering og motivasjon for å velge fysikk videre, må skolen formidle moderne fysikk og nye anvendelser. Dette bidrar til å gi elevene inspirasjon, nysgjerrighet, fasinasjon, glede over faget, nytteverdien i samfunnet og innblikk i hva fysikere driver med i dag (Angell et al., 2011a).

Begrepet allmenndannelse i seg selv innebærer at man snakker om noe som skal nå frem til alle (Sjøberg, 2009). Naturvitenskap som allmenndannelse springer ut av at en stor andel av utfordringene vi har i dagens samfunn er tekniske eller naturvitenskapelige. Befolkningen må ha en forståelse for naturvitenskapen og dens egenart, med hensyn til det demokratiske- og globaliserte samfunnet. Like viktig er det å fremme at naturvitenskapen er en sentral del av vår kulturarv, at dette har vært med å forme vår teknisk, vårt verdensbilde og menneskets selvforståelse (Sjøberg & Schreiner, 2005; Utdanningsdirektoratet, 2013a). Naturfag som

allmenndannelse er beskrevet i den generelle delen av læreplanen, og skal være «førende» for elevenes skolegang (Utdanningsdirektoratet, 2011).

Når man snakker om allmenndannelse i naturfag trekkes det ofte frem tre dimensjoner som elevene bør få kunnskap om i et allmenndannende perspektiv (Sjøberg, 2009). Dette er:

1. Naturvitenskap som produkt
2. Naturvitenskap som prosess
3. Naturvitenskap som sosial institusjon

Naturvitenskapens produkter innebærer et samspill og nettverk av begreper, lover, modeller og teorier. Disse har vokst frem over tid og de er i stadig endring. Vitenskapen er i denne dimensjonen en kunnskap som er nedfelt i bøker. Prosessdimensjonen innebærer at naturvitenskapen har et sett effektive måter å løse nye oppgaver på, og metoder for å finne svarene i produktdimensjonen. Dette innebærer alt ifra observasjon, måling, vurdering av hva som er gyldig, håndtering av utstyr, til vurdering av holdbare resonnementer. Hovedpoenget er at den vitenskapelige metode ikke eksisterer. Denne dimensjonen omfatter altså noe man gjør (Sjøberg, 2009). Den siste dimensjonen, de sosiale sidene handler blant annet om naturvitenskapens gjensidige påvirkning av ideer og økonomiske forhold i samfunnet (Angell et al., 2011a). På grunn av dagens utvikling spiller naturvitenskapen en stor og viktig rolle i det moderne samfunnet på godt og vondt (Sjøberg, 2009).

Det har vært ulike meninger om hva som bør vektlegges i skolen. Produktdimensjonen har alltid stått sterkt, og det har derfor vært flere forsøk for å fremheve prosessdimensjonen mer. Blant annet programmet Science – A Process Approach (SAPA) fra 1967 og andre bidratt til å fremheve prosessdimensjonen (Øyehaug, 2014). Øyehaug (2014) argumenterer videre i sin doktorgradsavhandling for at det bør tilrettelegges for at elevene ser koblingen mellom produkt- og prosessdimensjonen. På den andre siden poengterer hun at dagens læreplan har fokus på de harde faktaene. Over halvparten av målene i dagens læreplan dreier seg om formidling av naturvitenskapelige begreper og teorier.

Under formålet i læreplanen for naturfag kommer både naturfagets studieforbereidende- og allmenndannende funksjon tydelig frem. Utdanningsdirektoratet (2013a) skriver:

En viktig del av allmennkunnskapen er å kjenne til at naturvitenskapen er i utvikling, og at forskning og ny kunnskap...har stor betydning for samfunnsutviklingen og

livsmiljøet....samtidig skal naturfag bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn....dette skal gi den enkelte et grunnlag for å delta i prosesser i samfunnet....aktiv deltagelse i situasjoner der naturfaglig kunnskap og ekspertise inngår....gir et godt grunnlag for yrkesfaglige utdanninger, videre studier og livslang læring i yrke og fritid.

Det er derimot ikke alltid så lett, og kanskje heller ikke nødvendig å skille mellom det studieforberedende og allmenndannende perspektivet. Angell et al. (2011a) sier at det ene kan føre til det andre i mange tilfeller.

### **Naturvitenskapens egenart**

Det er tydelig at dimensjonene særlig innenfor det allmenndannende perspektivet er nært knyttet til naturvitenskapens egenart. I tillegg til teorier, metoder og modeller er naturvitenskapen en disiplin med bestemte regler og kjennetegn. Den innebærer en rekke grunnleggende typiske begreper, en egen syntaks. Videre finnes det regler for hvordan man avgjør om utsagn er sanne eller ikke, samt et sett med metoder, prosesser, teknikker, ferdigheter og redskaper som er karakteristiske for naturvitenskapen. De begrepsmessige sidene ved naturvitenskapen er i midlertidig mye klarere enn metodeperspektivet (Sjøberg, 2009). Det er bred politisk og faglig enighet om at naturvitenskap spiller en sentral rolle i et moderne samfunn (Sjøberg & Schreiner, 2005). Realfagsdidaktikere har i lang tid ment at naturvitenskapens egenart bør ha en større plass i skolen. Dette uttrykkes i sitatet fra dagens læreplan ovenfor, hvor det står at elevene skal kjenne til at naturvitenskapen er i utvikling, at forskning og ny kunnskap i naturvitenskap har stor betydning for samfunnsutviklingen og for livsmiljøet (Utdanningsdirektoratet, 2013a).

Det er ulike måter å tilnærme seg og formidle naturvitenskapens egenart til elevene. For det første kan det være naturlig med en historisk tilnærming. At elevene presenteres for hvordan vi har kommet frem til den forståelse vi har i dag. Eksplisitte eksperimenter som forskere i sin tid har gjennomført kan reproduseres eller presenteres. Dette vil tydeliggjøre hvordan vitenskapen har blitt bedrevet og utviklet seg. I disse historiske hendelsene inngår engasjement, nysgjerrighet, konkurranse, konflikter, falsifiseringer, fiaskoer og suksesser. Mennesker og forskere som presenteres med håp, strider og suksess har en motiverende effekt (Kolstø, 2008). Elevene må oppleve at naturvitenskapen er fylt av empiri, kreativitet, gjetning og usikkerhet (Angell et al., 2011a). Den kjente fysikeren Richard Feynman (1998) oppsummerer mye av dette på en morsom og fin måte:



...the laws are not the observations and, second, that experiments are always inaccurate. The laws are guessed laws, extrapolations, not something that the observations insist upon. They are just good guesses that have gone through the sieve so far. And it turns out later that the sieve now has smaller holes than the sieves before, and this time the law is caught. So the laws are guessed; they are extrapolations into the unknown. You do not know what is going to happen, so you take a guess (s. 24).

Mortimer og Scott (2003) sier på den andre siden at å snakke om naturvitenskap er det desidert viktigste for elevenes læring om naturvitenskapen. Det er ikke nok å kun arbeide med laboratoriearbeid og demonstrasjoner. Elevene må få mulighetene til å snakke og dele sine egne tanker. Angell et al. (2011a, s. 372-373) har oppsummert noen fellesnevner basert på en studie av Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar og Duschl (2003), for hva som bør behandles når elevene skal «undervises» om naturvitenskapens egenart. De har her satt opp de mest sentrale elementene som kjennetegner naturvitenskapens egenart. De presenterer også elevens typiske oppfatninger av naturvitenskapens egenart, som man bør arbeide for å unngå hos elevene. Dette er vist i tabell 2.

Knain (2002) sier derimot at naturvitenskapen kan ikke alene bestemme hva naturfaget skal inneholde og hvilken struktur det skal følge. Kompetansen som naturfaget skal gi elevene er så mangt. Kanskje er det faktisk dette naturfaget er mest kjent som. Et fag der innholdet aldri stopper. Sjøberg og Schreiner (2005) sier at naturfaget fremstår som en gjennomgang av fakta stoff som er etablert innenfor vitenskapen, hvor helheten i naturfaget drukner i denne uendelige faktakunnskapen elevene må lære seg. Naturvitenskapen oppfattes på denne måten som vanskelig for elevene, de ser ikke meningen med den. Millar (2002) sier dette slik:

The 'big ideas' get lost in the mass of detail. For many students it is simply 'one thing after another' before you have fully grasped one idea you are on to another. There is no variety of pace, little time for consolidation, no learning 'rhythm', just, for most students, an out-of-control roller-coaster of ideas (s. 114).

På bakgrunn av dette poengterer Sjøberg og Schreiner (2005), at det kan være naturlig å endre fagets innhold og struktur.

Tabell 2 Naturvitenskapens egenart (Angell et al. 2011a. S. 372-373)

| <b>Naturvitenskapens egenarts minste felles multiplum:</b>                          | <b>Elevers oppfatning av naturvitenskapens egenart:</b>                          |
|---|--|
| Vitenskapelig kunnskap er i sin natur foreløpig                                     | Eksperimenter som er riktig utført gir uforanderlige, absolutte, objektive fakta |
| Naturvitenskap er basert på empirisk evidens  | Vitenskapelige modeller er kopier av virkeligheten                               |
| Forskere krever reproduserbarhet og sannferdig rapportering                         | Samvariasjon (korrelasjon) impliserer en årsakssammenheng                        |
| Naturvitenskap er et forsøk på å forklare fenomener i den fysiske verden            | Vitenskapelige modeller blir oppdaget av forskere                                |
| Forskning er kreativt arbeid  | Naturvitenskap er «en samling viten»   |
| Naturvitenskap inngår i en samfunnsmessig tradisjon                                 | Kreativitet og originalitet ikke er involvert i naturvitenskap                   |
| Naturvitenskap spiller en viktig rolle i teknologi                                  |  |
| Vitenskapelige ideer påvirkes av den sosiale og historiske sammenheng de utvikles i |  |
| Nyvinninger innen naturvitenskap skjer gradvis                                      |  |
| Naturvitenskap har global betydning   |  |

### **Hvordan gi elevene naturfaglig kompetanse?**

Det er en avstand mellom hva som omhandles i fysikken på skolen og det elevene møter i dagliglivet. Dette gjør for mange at fysikken ikke bare oppleves som spennende og interessant, men blir vanskelig, krevende og abstrakt (Angell et al., 2011a). Derfor er det noen hensyn som må tas for at elevene skal mestre fysikkfaget, og få den kompetanse de har krav på.

Lie, Angell og Rohatgi (2008) har gjort en undersøkelse knyttet til hvordan elever og lærere opplever fysikkundervisningen. Denne viser at det å relatere stoffet til dagliglivet foregår i liten grad. Samtidig viser FUN-undersøkelsen at det elevene setter høyest i fysikk, er å forstå mer av den verden vi lever i. De ønsker å forstå vanlige fenomener vi møter daglig og kunne ta stilling til samfunnsaktuelle spørsmål (Angell, Henriksen & Isnes, 2003). Det er viktig for elevenes læringsprosess å vise relevansen, og skape autentisitet i det som undervises i naturfaget. Dersom

interesse og relevans fremmes for elevene vil dette være hensiktsmessig for videre skolegang, arbeidsliv og for samfunnet generelt. Dette betyr at planlegging, undervisning og lærebøker bør ta utgangspunkt i elevenes interesseområder og lokale forhold (Angell et al., 2011a). Det eksperimentelle fokuset i fysikken er også en del av å knytte stoffet til hverdagen. Ikke bare med tanke på at elevene skal få en innsikt over hvordan vitenskapen fungerer, men også for å tilegne seg praktiske ferdigheter og kompetanse som er viktig i hverdagen. Eksempler på dette er å lære seg å bruke ulike instrumenter, systematisk fremgang, kritisk tenkning og argumentasjon (Angell et al., 2011a).

I Tyskland er det gjennomført en undersøkelse av Häussler og Hoffmann (2000) knyttet til utvikling av læreplaner og pensum i naturfag. De poengterer at det bør være ulik vektlegging på hvilke kunnskaper, ferdigheter og kompetanse elevene skal få ut av sin skolegang. De anser at det viktigste er blant annet vitenskapelig kunnskap, metoder og deres kjennetegn for å bruke dette som mentale verktøy. Videre må tekniske innretninger som er virkelighetsnære for elevene i hverdagen, problemstillinger som er relevante for dagens temaer, og naturlige objekter og fenomener presenteres. Behandling av misoppfatninger, fysikkens funksjon i å forberede for arbeidslivet, og fysikkens historie er andre vektlegginger som bør formidles. Häussler og Hoffmann (2000) sier at:

The data strongly suggest physics to be taught so that students have a chance to develop a positive physics-related self-concept and to link physics with situations they encounter outside the classroom. A curriculum based on these principles proved superior compared to a tradition curriculum (s. 689).

Da vil elevene lettere kjenne igjen situasjoner i hverdagen hvor de får bruk for det de har lært, og de får generalisert kunnskapen. Elevene er ikke ute etter å være forskere, de er ute etter kunnskap som har en praktisk nytte. Dette for å kunne beskrive og forklare naturlige fenomener, og for å være kritiske til naturfaglige problemstillinger og tekniske innretninger (Häussler & Hoffmann, 2000). ROSE-undersøkelsen gir tegn på at norske elever har lavere interesse for skolens naturfag enn andre land. Elevene mener at faget er vanskelig, ikke gir dem interessante jobbmuligheter, de blir ikke mer glad i naturen og de har ikke fått noen forståelse for nytten av faget og vitenskapen (Sjøberg & Schreiner, 2005). Derfor må elevers interesser og erfaringer tas hensyn til i lærebøker. Tradisjonelt sett baserer det som presenteres i naturfaget seg på at, dette er det første steget mot å utdanne fremtidige forskere. Dette følger logikken fra den veletablerte akademiske naturvitenskapen, noe som ikke er engasjerende for majoriteten av

elever. Det som presenteres må derimot være motiverende, meningsfullt og engasjerende. Dersom dette ikke baserer seg på verdier og interesser som elevene har, vil læringen som skjer bare være «huskebasert» kunnskap (Sjøberg & Schreiner, 2010).

Personlig interesse oppmuntrer og inspirerer elevene. De skal bli i stand til å være en del av et demokratisk samfunn og kulturen. Ikke minst kan et interessant naturfag bidra til økt motivasjon, engasjement, deltagelse og personlig vekst. Interesse er nøkkelfaktoren for personlig deltagelse og utvikling. Det er to hovedelementer som påvirker dette i skolen, det er hvilket innhold elevene skal lære, og hvordan de skal lære dette (Schreiner & Sjøberg, 2004). De bruker dette eksemplet:

Students would value to feel that their everyday life at school is interesting. School *is* life, and not a *preparation* for it! School satisfaction (as job satisfaction) is thereby closely connected to quality of life, and interesting lessons in itself as a purpose of schooling (s.51).

Disse elementene tilsier at det krever ulike metoder og tilnærminger, noe som også avhenger av både tema og rammefaktorer for hvordan og hva som skal formidles til elevene. I en lærebok har lærebokforfatterne muligheten til å presentere alle disse ulike eksemplene, metodene og tilnærmingene. På denne måten er det mulig å vekke interessen hos elevene, og presentere stoff gjennom eksempler slik at elevene kan se hvor relevant eksempelvis elektrisitet er for deres hverdag. På samme måte som en god lærer, byr også den gode læreboka på et mangfold av eksempler som tar hensyn til den mangfoldige kompetansen elevene skal få i naturfaget.

### **2.1.2 Elektrisitet i læreplanene**

Et skolefags innhold er i stor grad bestemt av, eller i det minste påvirket av læreplaner. Dette er i tillegg knyttet til utviklingen av skolen som institusjon i samfunnet, og til pedagogiske ideer som har vært rådende oppigjennom (Gundem, 1997). Goodlad (1979) presenterer begrepet læreplannivåer, disse har Imsen (2009) delt inn i seks nivåer og formulert som; den ideologiske læreplanen, den formelle læreplanen, den oppfattede læreplanen, den gjennomførte læreplanen, den erfarte læreplanen og den oppnådde læreplanen. Den ideologiske og formelle læreplanen er politisk styrte dokumenter, som lærere og lærebokforfattere ikke kan påvirke direkte. Dette er dokumenter som legger den overordnede styringen i skolen. Ifra den oppfattede læreplanen og de senere nivåene er det derimot mer mulig å «påvirke». Det er disse nivåene som skaper de mange ulike retningene en lærebok kan ha, med bakgrunn i hvordan lærebokforfattere

oppfatter, erfarer og oppnår læreplanene på ulike måter. Forfatterne har ulike oppfatninger om hvordan fysikkens begreper, teorier, bilder og fenomener skal formidles på best mulig måte. I neste rekke fører dette til at bøkene kan ha ulikt fokus på innhold, struktur og generelt hvordan fagstoffet vinkles og hva som vektlegges. På den andre siden kan bøkene være preget av det som har vært typisk, det tradisjonelle. Disse tradisjonene må man derfor ha i bakhodet hva består i (Angell et al., 2011a). På bakgrunn av rollen lærebøker har i skolen er det også viktig, eller rettere sagt nødvendig, at disse presenterer naturfaget på en god og hensiktsmessig måte. Endring i lærebøker bunner i en faglig og pedagogisk utvikling med tanke på hva som anses som viktig. Jeg velger videre å presentere de læreplanene som var gjeldene for de lærebøkene jeg behandler i min oppgave, og hva disse sier om elektrisitet.

### **Den første læreplanen 1885**

Allerede i 1885 kom den første læreplanen vi kjenner i fysikk som var gjeldende for det vi i dag kjenner som ungdomsskolen. Denne planen het; «Undervisningsplan for Middelskolerne og Gymnasierne vedtaget den 1ste Marts 1885». Temaet elektrisitet var behandlet i denne planen. Det som stod om elektrisitet her var: «...bør den hele Fysik læses i sin Sammenhæng, og helst i følgende Orden: Mekanik...Elektricitet» (Angell et al., 2011a, s. 111). Det er ikke angitt hva de skal lære foruten temaene som blir presentert, og hvilket undervisningsmaterieell som er nyttig for undervisningen. Dette undervisningsmateriellet eller apparatene var omtalt i et tilhørende dokument, noe som tyder på at det praktiske og eksperimentelle var omtalt.

### **Normalplanen av 1939**

Normalplanen av 1939, var en plan med mål om nasjonale rammer. Denne planen inneholdt undervisningsplaner for alle fagene i skolen. Elektrisitet er blant det fysikkfaglige emnet som det er beskrevet flest delemner i. Det er beskrevet 18 delemner som elevene skal gjennom, mens for de andre fysikkfaglige emnene så er det mellom 6-12 delemner. Elevene skal både i byfolkeskolen og landsfolkeskolen lære om (KUD, 1939b, s. 125).;

- Elektroner, elektrisering ved gnidning og ledere og isolatorer.
- Elektrisk spenning, lyn, torden, lynavleder og elektriske elementer (mest om tørrelementer, lommeløktbatteri).
- Elektrisk strøm, strømstyrke, forskjellen mellom likestrøm og vekselstrøm, virkning på magnetnåla, kjemiske virkninger, Motstand, lys og varme.

- Dynamoer, elektromotorer
- Elektriske lamper, kokeplate, sikringer, kortslutning, når strømmen er farlig, elektromagneter, elektrisk ringeapparat, elektrisk telegraf, induksjon, transformator (enkel forklaring) og telefonen.

Det er tydelig at faget har fokus på det som er samfunnsrelevant, det blir vektlagt at undervisningen skal knyttes til elevenes erfaringsbakgrunn. Elevaktivitet var også fremhevet (Jordet, 2009). Nytteargumentet var vektlagt i planen, likeledes stod det sentralt at elevene skulle få glede over naturen. Ellers tok planen elevenes interesse i betraktning, særlig til hensikt for videre læring innenfor emnene (Arnesen, 2002). Elevene skulle nå være aktive deltagere i skolen og spille en aktiv rolle i nærmiljøet. Under fagene fysikk og kjemi i normalplanene for landsfolkeskolen står det som mål for opplæringen (KUD, 1939b) at:

Elevene skal få noe kjennskap til de fysiske og kjemiske naturkrefters virksomhet ved å se hvorledes disse krefter virker i dagliglivet, og ved forsøk, som elevene i størst mulig utstrekning gjør selv....Særlig viktig er stoff som viser hvorledes menneskene nytter naturkreftene i det daglige liv – i heimen, i handverk og industri, i landbruk, samferdsel osv (s. 121-122).

Det var også fokus på fysikk som vitenskap, hovedsakelig gjennom eksperimentelt arbeid, som skulle belyse naturfaglige fenomener og sammenhenger. Apparater var listet opp i tilknytning til emnene elevene skulle gjennom. Elevene skulle få kunnskap om disse apparatene, og de skulle være en del av undervisningen. Angell et al. (2011a) viser til at dette kommer tydelig frem i lærebøker, hvor blant annet *elektrisermaskinen* er et typisk eksempel som en gjenganger i bøker frem til 1960-tallet. Dette satte større krav til både elevene, lærere og til skolens materielle ressurser. Spesielt sett i sammenheng med at dette var en tid i krig (Angell et al., 2011a). Det vitenskapelige og undersøkende synet kommer også til uttrykk gjennom sitatet fra normalplanen:

De får snakke selv, ikke bare høre. De lærer å undersøke en sak og gå til kilden. De spør i heimen, de går i boksamlingene, museene, til steder der de kan få greie på saken. Denne arbeidsmåten er naturlig. Slik må en gå fram når en vil lære noe senere i livet også: undersøke, spørre seg for, samtale og lese (KUD, 1939b, s. 14)

## **Mønsterplan av 1974**

Mønsterplan av 1974 er den første planen som tar for seg 1-9. trinn, og O-faget ble innført. Dette faget inneholdt både samfunnsfag og naturfag. I planen er det fokus på allmenndannelse,

noe som kommer til uttrykk angående valg av lærestoff. Her skulle lærerne være saklige og allsidige (Sæther, 1998). Elevene skal ikke bare tilegne seg kunnskap som er relevant for hverdagen, men de skal få en generell allmenn kompetanse til hensikt for videre utdanning. Dette er den første læreplanen som fokuserer på at skolen som institusjon har en viktig rolle i samfunnet (Arnesen, 2002). Frem mot 70-tallet var det en rask vitenskapelig og modernisert rettet utvikling i skolens naturfag, som ledet frem til det såkalte Sputnik-sjokket. Abstrakt tenkning, kritisk sans og vitenskapelighet ble prioritert, noe som i stor grad påvirket lærebøkene. Dette synspunktet kommer klart frem i mønsterplanen, hvor det står at naturfagundervisningen skal ta sikte på: «Å gi dem forståelse av naturvitenskapens betydning for vår oppfatning av verdensbildet og for livsvilkårene» (KUD, 1974, s. 189). Elevforsøk og demonstrasjonsutstyr skal være en del av arbeidsmåtene i undervisningen. Det oppfordres også til at matematiske utregninger skal inkluderes (KUD, 1974).

Innenfor elektrisitet så skal elevene overordnet lære om elektrisk strøm og elektromagnetisme. Her inngår elementene strømstyrke, spenning, motstand, effekt, ohms lov, induksjon og energioverføring, elektronrør, katodestråler og røntgenstråler. Under veiledende årsplan for 8. klassetrinn i fysikk/kjemi står det videre at elevene skal lære om; transformator, måleinstrumenter (amperemeter, voltmeter), likeretting og katodestråleosilloskop. Elektrisitet er for øvrig også omtalt for 6. klassetrinn. Her skal; lommelyktbatteri, ledere og isolatorer, strømkrets, bryter, støpsel, kontakt, lampeholder, sikringer, jordledning, overledning, kortslutning, lyspærer og elektriske ovner behandles (KUD, 1974, s. 192-197).

### **Læreplan av 1997**

O-Faget ble med denne planen avskaffet, og vi fikk Natur- og Miljøfag. Dette var positivt for naturfaget, fordi i O-fags undervisningen ble naturfaget i stor grad nedprioritert (Nergård, 1994). Når læreplanen av 1997 kom ble det en 10-årig grunnskole med mer spesifikke mål for hvert fag. Dette gjelder både ved praktisk og ikke praktisk arbeid. I undervisningen om elektrisitet på ungdomstrinnet skal elevene lære om hvordan teknologisk utvikling har virket inn på kunnskapen vår. De skal også kjenne til hvordan teknologisk utvikling har påvirket energibruken vår på godt og vondt. Ellers er målene for 9. klasse at elevene skal (KUF, 1996, s. 217):

- «bli kjende med sentrale oppdagningar og oppfinningar knytte til elektrisitet, mellom anna statisk elektrisitet og oppdaginga av fenomenet elektrisitet»

- «arbeide med ein enkel modell for elektron i ein straumkrins og bli kjende med omgrepa straum, spenning, motstand og energioverføring»
- «planleggje og gjere forsøk med komponentar i ein enkel krins, arbeide med symbol for desse komponentane i koplingskjema, og gjennom forsøk få innsikt i samanhengen mellom straumstyrke og spenning og bruke måleiningar for spenning, straumstyrke, motstand og elektrisk effekt»
- «bli kjende med sikringsforskrifter ved bruk av elektrisk utstyr i heimen og få røynsle med elektriske koplingar»
- «gjere forsøk med bruk av elektrisk generator og transformator»
- «gjere seg kjende med systemet for tilførsel av elektrisk energi i lokalmiljøet og drøfte ulike måtar for energiøkonomisering i ei hushaldning»

Det at fysikk er et kulturfag blir vektlagt. I fysikklæreplanen for den videregående skole var det også ett område som omhandler historie, etikk og samfunnsspørsmål, noe som førte til reaksjoner: «Skulle elevene lære like mye om livet til Newton som om hans fysikk!?» (Angell et al., 2011a, s. 119). Det poengteres at elevene må ha kjennskap til naturvitenskapen for å delta i det moderne samfunnet. Opplæringen skal gi elevene øving i naturvitenskapelig tenke- og arbeidsmåte med utgangspunkt i opplevelser og hendelser i nærmiljøet, for så å få et mer globalt syn. Her blir det meningsseekende, skapende, arbeidende, allmenndannende, samarbeidende, miljøbevisste og integrerte mennesket inkludert. Disse tar blant annet for seg de kulturelle, studieforberedende, allmenndannende perspektiver (KUF, 1996).

## **Kunnskapsløftet 2006**

Kunnskapsløftet er det første læreplanverket som har læreplaner for det 13-årige skoleløpet, hvor disse ses i sammenheng med hverandre. Dette er et mer omfattende og dynamisk styringsdokument enn de tidligere i skolen. Grunnleggende ferdigheter, kompetansemål, hovedområde og formål er nytt. Kompetansemålene skulle være tydeligere, men mindre detaljerte enn tidligere, slik at det skulle bli større frihet for organisering og progresjon i fagene. Formålet sier noe om fagets personlige og samfunnsmessige hensikter (Isnes, 2005). Det ble seks hovedområder «Forskerspiren», «Mangfold i naturen», «Kropp og helse», «Verdensrommet», «Fenomener og stoffer» og «Teknologi og design». Nå er «Verdensrommet» inkludert i «Fenomener og stoffer», dette er hovedområdet som behandler elektrisitet (Utdanningsdirektoratet, 2013b). Kompetansemålene etter 10. årstrinn som behandler elektrisitet lyder slik (Utdanningsdirektoratet, 2013c):



- «Bruke begrepene strøm, spenning, resistans, effekt og induksjon til å forklare resultater fra forsøk med strømkretser»
- «Forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke fornybare energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på»
- «Gjøre forsøk og enkle beregninger med arbeid, energi og effekt»

Samtidig må hovedområdet «Forskerpiren» og «Teknologi og design» ses i sammenheng med dette. «Forskerpiren» skal forbedre elevene i naturfagets prosess dimensjon – og innholdet i ordet forskerpiren samsvarer med det engelske begrepet Nature of Science. På denne måten vektlegges det at naturvitenskap er viktig i et allmenndannende perspektiv. Kunnskap og forståelse av naturvitenskapen kan bidra til et reflektert syn på samfunnsutvikling, livsmiljø og holdninger hos elevene. Samtidig skal de få grunnlag for en aktiv deltagelse i de demokratiske prosessene i vårt samfunn (Rønning et al., 2008). Dette er tydelig fra formålet hvor det står at: «å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratorier og i naturen med ulike problemstillinger er nødvendig for å få erfaring med og utvikle kunnskap om metoder og tenkemåter i naturvitenskapen» (Utdanningsdirektoratet, 2013a). På den andre siden så er det derimot lagt mindre vekt og føringer på hvilke arbeidsmåter som skal brukes, og hvordan målene skal oppnås, i LK06 skal det være metodefrihet. Videre bidrar hovedområdet «Teknologi og design» til en forståelse hos elevene at teknologi og design, og naturvitenskap har ulike roller i samfunnet, og at naturfag er nødvendig for å forstå teknologien (Isnes, 2005).

## 2.2 Lærebøker i naturfag for ungdomsskolen

Johnsen (1999) presenterer en definisjon av lærebøker som lyder slik: «Med lærebøker menes her alle trykte læremidler som dekker vesentlige sider av et fags mål, lærestoff og hovedmomenter eller hovedemner etter læreplan for vedkommende klassetrinn eller kurs, og som elevene regelmessig skal bruke.» (s. 9). Dette har vært brukt som definisjon på lærebokas oppgave i over 50 år. Johnsen (1999) gjør også rede for hvordan den tilnærmet perfekte lærebok hadde vært i sitatet nedenfor. Han poengterer på den andre siden at dette er både unaturlig og neppe mulig å oppnå:

Maksimalt effektiv blir en lærebok dersom stoffet mellom de to permene er skrevet og tilrettelagt slik at de fleste elevene, innenfor den tid som står til rådighet, med eller uten en god

lærer, leser boken og tilegner seg de kunnskaper, de ferdigheter og den forståelse som læreplanen forutsetter, og som prøver og eksamen måler (s. 17).

Læreboka er en bredt sammensatt tekst. Dette gjelder både med tanke på deres utvikling, produkt og funksjon (Johnsen, 1999). Han poengterer også at en lærebok er et produkt med både faglig, pedagogisk og ideologisk innhold. En lærebok er en tekst som benyttes strukturert og systematisk i et undervisningsforløp i bestemte klassetrinn.

Nelson (2006) poengterer at en lærebok skal kunne ha flere roller, derfor bør boka gi flere perspektiver på samme emne, slik at teksten ikke ramser opp fakta, som om at dette er det som er riktig. Boka må blant annet fremme at fakta og kunnskap skapes gjennom en aktiv prosess, og alle sidene ved et emne burde behandles. På denne måten unngår man at elevene kun lærer seg forfatterens perspektiv på emnet. Svein Sjøberg mener at inntrykket av lærebøkers vinkling av stoffet og implisitte budskap kan være vel så varige i elevens sinn, som det konkrete fagstoffet som formidles. Hvordan en fagdisiplin presenteres i ei lærebok betyr mye for elevenes oppfatning og forståelse for faget. Om faget blir sett på som person- og samfunnsrelatert eller bare et tørt lese fag uten betydning for dem selv (referert i Nergård, 1994). Lærebokas styrende effekt kan ligge vel så mye i språk, bildemateriale og arbeidsmåter som i stoffvalg sier Chiappetta, Sethna og Fillman (1993).

Læreboka i naturfag er en bok med mye informasjon, aktiviteter, eksempler og ideer (Nelson, 2006). Det er en bok hvor lærer og elev har nesten alt av fakta samlet i en kilde, noe som kan være lettvinnt, sikkert og tidsbesparende. Lærere kan basere seg på denne som en undervisningsressurs til planlegging, gjennomføring og etterarbeid. Det er en trygghet både for å sikre innholdet i og gi tips til undervisningen. Det er rett og slett et hjelpemiddel som reduserer arbeidsbelastningen. Dette varierer ifra lærer til lærer, avhengig av erfaring, tradisjoner, emne, kunnskap, tid til rådighet, kunnskapssyn, ideologi og elevene (Nelson, 2006; Sjøberg & Schreiner, 2005). Elevene benytter seg av denne til å gjøre lekser, forberede seg til timen eller gjøre seg klar til en prøve. Dette gjøres på ulike måter, noen leser teksten flere ganger, noen skriver stikkord, noen leser sammendraget, og noen finner det viktige stoffet og leser dette. Dette er bøker som for øvrig foreldre, politikere og forskere kan dra nytte av (Knain, 2002).

Det er tydelig av det foregående at en lærebok tillegges stor betydning og skal fylle mange formål. Lærebøker har spilt en stor rolle i skolehverdagen i lang tid. Dette ser man av

Stortingsmelding 32 fra 1998-1999, som sier at forskere peker på at læreboka er selve basisen for elevenes skolegang (Regjeringen, 1998). Rønning et al. (2008) viser til en rekke undersøkelser som tilsier at læreboka dominerer undervisningen som læremiddel. En lærebokstyrt undervisning fører til at elevene er avhengige av og benytter seg av læreboka i stor grad i sin skolegang.

Det er naturligvis forskjeller mellom hvordan en lærebok brukes, og i hvor stor grad den brukes. Men det er flere tilfeller hvor det er bøkene som styrer undervisningsløpet, hvor undervisningen følger boka, ikke boka som følger undervisningen. Det er gjort en undersøkelse i Norge, som viser at 87% av lærerne baserer seg på læreboka i planlegging og undervisning, og 78% ga elevene ofte lekser basert på lærebøkene. Her var det naturfagslærerne som brukte læreboka mest (Bachmann, 2005). Lærerne regner altså med at forfatterne følger læreplanen. Noe de i bunn og grunn skal gjøre. Dette fører til at læreboka bestemmer både hva som skal læres og i hvilken rekkefølge det skal læres. Selv om det er forskjeller ifra sted til sted, og land til land kan det sies at mye av elevene skolehverdag har utgangspunkt i lærebøker (Nelson, 2006). Imsen (1997) poengterer at den egentlige læreplanen er læreboka, det er denne som følges. Isnes (2005) sa ved implementering av den nye læreplanen i kunnskapsløftet, noe som viser dette:

Norsk skole og norske lærere står overfor store utfordringer når de fra neste år skal ta i bruk den nye læreplanen i naturfag. Det er ikke bare de nye hovedområdene som byr på store utfordringer, men også lokal planlegging av en god og fornuftig progresjon i faget. Dersom ikke lærerne setter seg i førersetet og tar kommandoen på dette område, vil lærebøkene styre og legge premissene for tolkning av læreplanen (s.90).

Det har for øvrig blitt stilt spørsmål om lærebøkene skrives og benyttes på mest mulig effektiv måte (Nelson, 2006). Frem til 2000 var det en offentlig godkjenningsordning for lærebøker i Norge. Denne ble avskaffet fordi læreboka ikke lenger skulle være et styrende dokument for skolen. Det var nå læreplanen som skulle ha denne jobben, og lærere skulle selv velge lærebøker til bruk i undervisningen (Rønning et al., 2008).

### **2.2.1 Hva kjennetegner naturfagsbøker?**

Lærebøker i naturfag inneholder mye informasjon, som blant annet lover, teorier og begreper. Fysikkfaget er kjent for å ha et for abstrakt begrepsbruk (Angell, Henriksen & Kind, 2012). De kan inneholde flere naturvitenskapelige begreper enn det maksimale antallet gloser i

språkbøker, noe som fører til at elevene ikke rekker å tilegne seg en forståelse for dem. For å oppnå en forståelse må det fokuseres mer på å fremme sammenhengene mellom det elevene skal lære, de må lære seg å bruke begrepene i bestemte situasjoner (Groves, 1995). Fysikken beskriver ofte en verden eksempelvis uten tyngde, friksjon, luft og luftmotstand. Slik er det for øvrig i nesten alle naturvitenskapelige lover og teorier, de beskriver en idealisert verden, ikke verden slik den fremtrer ved observasjon og våre erfaringer (Sjøberg, 2012). Gjennom en slik ideell verden fremstår faget som abstrakt for elevene. Dette kan føre til komplikasjoner når elevenes forståelse skal utvikles, det er jo ikke slik de møter verden i sitt virkelige liv.

Lærebokforfattere må tenke på innhold, rekkefølge på innholdet og på hvilken måte dette skal kommuniseres for at elevene skal få en forståelse (Ametller et al., 2007). Et annet poeng er at selv om de overordnede temaene, overskriftene og begrepene er de samme i ulike lærebøker, kan de virke veldig ulike. Dette gjenspeiles ofte i hvilke sammenligninger, sammenhenger, modeller, figurer og eksempler som blir brukt for å forklare fysikken (Roberts, 1982). Millar (2002) poengterer at pensumet i naturfag er overlastet. Dette påvirker lærebøkene, enten må forfatterne inkludere alt, som da kan ende opp i å bli for mye. Eller så må forfatterne gjennom en kritisk utvelgelse av hva boka skal inneholde og hvordan den skal vinkles. Ofte kan dette være påvirket både av faglige, pedagogiske, politiske, lokale og sosiale faktorer på hva som skal behandles i faget.

Disse påvirkningene kommer til uttrykk gjennom hvilke emner som behandles, og hvordan framstillingen skjer gjennom bruk av forskjellige retoriske virkemidler i tekst og illustrasjoner. Lærebøkers oppbygning, bruk av begreper, tilknytning til hverdag og grad av abstraksjon endrer seg og er ofte også påvirket ut ifra hvilken tidsperiode bøkene er skrevet (Harkjerr, 2004). I Harkjerr sin undersøkelse av Isaachsens lærebøker for videregående skole (1903-1969) i 2002, viser det seg at ulike tidsperioder uttrykker forskjellige dannelsesidealer i lærebøkene. Han har funnet tegn på at nyere lærebøker blir stadig mer preget av et figurativt dannelsesideal hvor faktakunnskap er det sentrale, kontra et formativt dannelsesideal hvor utvikling av ferdigheter er i fokus. Et operativt dannelsesideal som har som mål å få kritiske og reflekterende individer er minst tilstede i lærebøker (Harkjerr, 2004). Wells (1999) poengterer hvordan ulike faktorer påvirker skriftlige sjangre slik: «Written genres constitute the culturally developed ways of carrying out certain rather general communicative actions to achieve particular types of goals or purposes in the context of the relevant overarching activities» (s. 152).

Videre møter ikke elevene fysikken i lærebøkene på én bestemt måte, kunnskapen blir presentert for dem på ulike måter, avhengig av hva de arbeider med. I et tilfelle er det mest hensiktsmessig å fremstille noe med matematiske symboler og formler, mens i noen tilfeller er ikke dette like gunstig. Fysikkens innhold deles inn i representasjonsformer, Dolin (2002) ser på dette som ulike måter å uttrykke viten på om ett og samme fenomen. Disse deles ofte inn i fem; fenomenologisk (det man erfarer, meningstilskrivning), eksperimentell (bruke utstyr, behandle variable, data og kunne vurdere sidene ved eksperimentelt arbeid), grafisk (data i tabeller, grafer etc og kunne tolke dem), matematisk-symbolisk (fagstoff i matematisk form) og begrepsmessige representasjon (teorier og lover) (Angell et al., 2011a; Dolin, 2002). Å forstå og se sammenhengen mellom disse er en del av kompetansen elevene skal tilegne seg.

Representasjonsformene virker sammen i læreboka, og benyttes for å gi elevene en helhetlig forståelse av fenomener som skal formidles. Det kan være vanskelig for elevene å se nytten og meningen bak alle elementene (Angell et al., 2011a). Derfor må elevene lære seg å tolke en naturfaglig tekst, eksempelvis læreboka, ved å se nytten og funksjonen av de ulike representasjonene i ulike sammenhenger, og evne å bevege seg i mellom dem (Angell et al., 2011a; Angell et al., 2012). Det er nettopp gjennom tekster, slik som læreboka, at dette kan gjøres bevisst av elevene (Knain & Hugo, 2007). Dersom elevene klarer dette kan deres læring øke, nettopp gjennom at stoffet presenteres på ulike måter. Ofte er det en god mulighet å tydeliggjøre stoffet ved knytte det til elevenes erfaringer, ved å skape autentiske situasjoner for dem (Knain & Hugo, 2007). Chiappetta et al. (1993) fant også i sin analyse av lærebøker at den viktigste faktoren når det gjelder innholdet i en lærebok i naturfag, var om boka presenterte “naturfagets natur” i en sammenheng som var relevant for elevene.

I en undersøkelse gjennomført av American Association for the Advancement of Science, i USA på 20 bøker innen naturvitenskap, var det kun én bok som ble godkjent som god nok i henhold til moderne pedagogikk og didaktikk. Grunnen til at denne ble godkjent var at den behandler vanlige misoppfatninger hos elevene, innholdet knyttes direkte til observerbare fenomener slik at elevene kan «se» teorien. De fremhever prosessdimensjonen i naturvitenskapen for elevene, gjennom å stille relevante spørsmål. Til slutt så vektlegges også eksempler og spørsmål, som kan knyttes direkte til elevenes hverdag, situasjoner som de kjenner seg igjen i (Roseman, Kulm & Shuttleworth, 2001). Det samme støttes av Sundblad og Allard (1987), de poengterer at lærebøkene ikke når elevene dersom innholdet ikke er knyttet direkte til elevenes hverdag. I tillegg bør språket i lærebøkene ikke være for vanskelig, og enda

viktigere bør det ha et personlig preg. Dette inviterer elevene til å være mer kritiske og ta et eget standpunkt til innholdet. I sin undersøkelse av læreverkene Tellus, Eureka, Gaia og Yggdrassil finner Rønning et al. (2008) at samtlige bøker tar i større eller mindre grad utgangspunkt i elevenes forkunnskaper, og benytter seg av konkretiseringer fra elevenes hverdag. Noe de mener kan bidra til økt motivasjon og forståelse.

Harkjerr (2004) har gjennom sin undersøkelse sett på om fysikken knyttes eksplisitt til samfunnet, konsekvenser av anvendelser av fysikkens oppdagelser og historiske sider ved faget. Denne undersøkelsen viser at mengden av historisk stoff blir mindre jo nærmere vår tid vi kommer. Harkjerr tolker dette som et tegn på at fysikkfaget ikke lenger trengte å legitimeres, slik det var nødvendig i realfagenes kamp rundt år 1900. Videre sier han: «Det kan i denne forbindelse være fristende å se på innføringa av «historisk fysikk» i dagens skolefysikk som et forsøk på å gi fysikkfaget ny legitimitet i ei tid hvor skolefysikken sliter med å trekke til seg elever» (s. 12). Han finner videre i sin undersøkelse at både tekst og figurer går fra det detaljerte til å være mer abstrakte, skjematisk og generelle. Før viste figurene nesten enhver skrue, særlig når det var snakk om nye instrumenter av vitenskapelig betydning, eller praktiske oppfinnelser. Bøkene synes å utvikle seg i pakt med et norsk samfunn som blir mer og mer dominert av en teknisk-rasjonell styringsideologi. Fysikkfaget blir mer og mer dominert av et syn hvor teoretisk kunnskap er det sentrale, og hvor et figurativt dannelsesideal dominerer.

### **Bilder i lærebøker**

Kolstø (2009) deler innholdet i lærebøker inn i to, han sier at den generelle teksten får frem kvalitative sammenhenger og tidsrelasjoner, mens fotografi, tabeller og annen grafikk fremhever romlige og kvantitative forhold. En lærebok er avhengig av begge disse sidene for å formidle det naturfaglige stoffet på en god måte. Samtidig må elevene se begge disse sidene i relasjon til hverandre for å oppnå en god forståelse.

Bilder er en sentral del av lærebøker og er en viktig del av kommunikasjonen i bøkene. Bildene deles ofte inn i realistiske, konvensjonelle eller hybrid-bilder som har elementer av begge de to første. Realistiske bilder viser objekter og fenomener slik de faktisk fremtrer for oss. De konvensjonelle bildene tar i bruk eksempelvis symboler for å forklare abstrakte enheter. Utviklingen på 1900-tallet viser at det har vært en utvikling fra å bruke mest realistiske bilder til å bruke konvensjonelle, selv om elever har vanskeligheter med å tolke slike (Bungum, 2013). Det har for øvrig vist seg at det er stabilitet i hvordan bildene kommuniserer. Bungum har funnet

at i eldre lærebøker er det tydelig at bildene er utviklet for å gjøre elevene deltagende, ofte gjøres dette gjennom at det vises hånd som oppfattes som leserens egen hånd, selv om disse bildene ofte visualiserer abstrakt fysikk. I nyere bøker er det mer fokus på at bildene skal invitere elevene inn i både skolens og samfunnets naturfag. Dette gjøres gjennom å gi indikasjoner på hvordan det kan være å arbeide som eksempelvis fysiker. Dette kan være en følge av kritikken om at naturfaget ikke trekker tråder til samfunnet (Bungum, 2013). Videre har Bungum funnet at både nyere og eldre lærebøker har bilder som kan knyttes til elevenes hverdag, en forskjell er derimot at bilder i eldre bøker i sammenheng med teksten forklarer hvordan objekter og deres mekanismer fungerer. I nyere bøker viser de for det meste bare til relevansen av det som beskrives uten noe sammenheng med resten av teksten. Det har gått fra et fokus hvor elevene var potensielle forskere mot at de nå er forbrukere av forskeres produkter. Vitenskapelig utstyr for å bevise enkelte deler av fysikken har blitt erstattet av vitenskapelige og pedagogiske modeller, selv om det har vist seg at elever sliter med å forstå slike (Bungum, 2008).

Harkjerr (2004) poengterer at figurene i Isaachsens lærebøker ofte fokuserer på en abstrakt og idealisert verden. Svært sjeldent ser han mennesker i figurene i bøkene, noe som gjør at det fremmes en fysikk som er fri for menneskelig påvirkning. På denne måten er den en idealisert fysikk, og ikke den virkelige verden som er tydelig, og hensikten med de «realistiske» figurene svekkes av dette. Enkelte poengterer at bøker kan inkludere bilder, fakta og eksempler som skal virke interessant for elevene for å trigge deres motivasjon. Dette er ideelt for elevene, dersom bildene gjør det de er til hensikt for, men det kan også ende opp med at det virker forvirrende (Nelson, 2006).

## **Modeller**

Noen fenomener og elementer kan ikke oppleves, erfares eller forstås direkte gjennom kroppen, men vi må bruke vår fantasi for å bygge en bro mellom teoriene og forståelsen. Dersom de ikke er direkte knyttet til erfaring og opplevelse, må de bygge på strukturen av vår erfaring ved hjelp av fantasi (Niebert, 2011). I slike tilfeller benyttes ofte pedagogiske eller vitenskapelige modeller for å beskrive abstrakte fenomener i fysikken og verden rundt oss. Et av målene med fysikk som vitenskap er å lage modeller av virkeligheten sier Angell et al. (2011a). Niebert (2011) sier det ikke er et spørsmål om vi skal benytte slike hjelpemidler, men det er et spørsmål om hvordan.

Det er på den andre siden viktig å kjenne til at modeller har sine begrensninger, de kan belyse en ting godt, men andre sider kan gi feilaktige assosiasjoner. De kan i tillegg bidra til misforståelser dersom ikke modellenes svakheter gjøres rede for (Angell et al., 2011a). Av denne grunn er det store forskjeller mellom i hvor stor grad lærebokforfattere foretrekker å bruke blant annet analogier, nettopp fordi de ikke kan kontrollere hvordan leseren tolker og bruker disse analogiene (Harrison & Treagust, 2006). Heywood (2002) sier det slik:

Whatever the pedagogical merits and limitations of preferred models or explanation, the most critical issue is that all analogies break down under critical scrutiny and therefore the focus in pedagogy should be less concerned with the search for the holy grail of analogies to explain the phenomenon of electricity than it is with the reasoning that such analogies generate when they break down at critical points in explanation (s. 239).

De ulike modellene i naturfag kan deles inn i skalamodeller, matematiske modeller og analogimodeller. En skalamodell kan sammenlignes med et fysisk objekt, system eller prosess, men modellen er enten en forstørring eller en forminskning av det den skal vise. Matematiske modeller er en beskrivelse av noe ved hjelp av symboler, for eksempel en ligning. Disse modellene er forenklet og abstrakte i forhold til virkeligheten. Analogimodellene benytter elementer ifra hverdagen, eller områder som de fleste er godt kjente med, samtidig som de har likhetstrekk med det som fysikken forsøker å belyse (Angell et al., 2011a). Til disse modellene har man det Angell et al. (2011a) kaller positiv, negativ og nøytral analogi. Hvor man henholdsvis har de sidene ved analogiene som passer godt, ikke passer og de vi ikke vet om passer, til å forklare det virkelige systemet.

For at elever skal evne å forstå innholdet i lærebøkene, må de altså klare å se alle disse elementene som er omtalt her i sammenheng med hverandre. For å oppnå en slik kompetanse og forståelse må bøkene være utviklet til denne hensikten, og elevene må få hjelp til å ta i bruk en slik lærebok både med tanke på oppbygning, innhold og håndtering av den (Nelson, 2006).

### **2.2.2 Elektrisitet, typiske trekk og endringer**

Elektrisitet har i svært lang tid vært en del av menneskers liv, eller sagt på en annen måte mennesker har vært klar over et fenomen i lang tid som vi i dag kaller elektrisitet. Det er et fenomen som har opptatt mennesker siden Thales oppdagelse av rav og magnetsteinens underlige egenskaper i perioden 624-546 før vår tidsregning. Han kunne likevel ikke bevise hva



dette var på vitenskapelig vis. Han mente at disse stoffene hadde en sjel, som blant annet stjal grasstrå. I senere tid ifra 1600-tallet til i dag har den vitenskapelige forståelsen av fenomenet utviklet seg raskt, og den moderne elektrisiteten har tredd frem. I dagens samfunn er det avgjørende å forstå dette for å mestre hverdagen (Sheils, 2012). Elektrisitet er jo i vår hjerne og hjerte for å styre kroppen vår, og brukes til å forenkle vår hverdag på en mengde punkter.

I den tidlige utviklingen av elektrisitetslæren, da atomers strukturer og oppførsel var mindre kjent enn i dag, fokuserte lærebøker på de praktiske sidene ved elektrisitet, hvor hovedvekten ofte var på hvordan elektrisitet kan brukes. I tillegg var det fokus på grunnleggende sammenhenger, som blant annet Volta, Ampère, Faraday og Ohm hadde oppdaget. De dagligdagse bruksområdene hvor elektrisitet ble benyttet slik som i telefonen, hadde ofte egne delkapitler mot slutten av elektrisitet kapitelet. Det er naturlig at når disse bøkene leses i dag, så kan man se fakta som det er enighet om i dag, men og fakta som er forkastet. Det var mange bøker på 1890-tallet hvor elektrisiteten ble presentert som et mystisk stoff eller materie, som det var lite kjennskap om. På 1990-tallet er derimot bøkene preget av lover og detaljer som er aksepterte innenfor naturvitenskapen om elektriske kretser. Disse blir presentert og sett i sammenheng med matematiske uttrykk, som elevene må beherske og forstå (Stocklmayer & Treagust, 1994). I senere tid har enkle elektriske likestrøms kretser ofte stått sentralt i grunnleggende undervisning innenfor temaet, de virker som et grunnlag for begrepsbyggingen hos elevene. Hvor begreper som strøm, spenning, feltstyrke, elektrisk energi og poler er blant de sentrale (Angell et al., 2011a).

Niebert (2011) poengterer at elevene har tidligere kunnskap eller meninger om temaer de skal lære om. Elektrisitet er et tema som ofte kan være lite håndgripelig for elevene, det er ikke noe konkret vi kan ta og se på. På bakgrunn av dette er det er godt kjent med misoppfatninger hos elever i temaet (Angell et al., 2011a). De har oppfatninger og ideer som ofte ikke samsvarer med naturvitenskapen, og disse stammer ofte fra erfaringer fra hverdagen og uformelle læringssituasjoner (Niebert, 2011). Angell et al. (2011a) gjør rede for noen av de mest vanlige missopfatningene. For det første er det *en-pol-modellen*, hvor elevene tror det holder med leder mellom to komponenter i en krets. For det andre har man *strømforbruksmodellen*, hvor elevene tror strømmen blir brukt opp i en krets slik at når den kommer tilbake til batteriet er det lite eller ingen strøm igjen. For det tredje har man *konstant-strømkilde-modellen* som sier at batteriet gir en konstant strøm uavhengig av hvilke komponenter kretsen består av. Til slutt er det *kollisjonsmodellen* som innebærer at strømmen går ut ifra hver sin leder fra batterier slik at

strømmen kolliderer eksempelvis i lyspæra og får den til å lyse. Det er også vanlig med såkalt sekvenstekning for elevene, de ser ikke på en elektrisk krets som en helhet med tanke på at en forandring i ett ledd fører til en forandring i hele kretsen. De tenker at strømmen påvirkes sekvensielt ut ifra hvilke komponenter den passerer. I tillegg kan språket by på problemer i form av hverdagsforestillinger. For eksempel sier vi at man *braker strøm*, og vi betaler strømmregningen, istedenfor å si at vi betaler *energiregningen*. Som følge av at elektrisitet er vanskelig å fatte, visualisere, knytte til hverdag og erfaringer, samt at det er lite konkret, benyttes derfor ofte analogier og modeller hyppig som pedagogisk hjelpemiddel i undervisning om elektrisitet (Angell et al., 2011a).

Angell et al. (2011a) gjør rede for noen typiske modeller og analogier i elektrisitetslæren, dette er blant annet ertemodellen og vannstrømanalogien. Hvor førstnevnte forklarer og visualiserer hvordan strømmen oppfører seg i en ledning, nærmere bestemt hvordan det går en strøm gjennom en hel krets med en gang bryteren slås på. Dette vises ved hjelp av ertene (elektronene) som er i et rør (lederen), dersom vi da dytter på erten i enden (spenning) så begynner alle ertene å bevege seg (strøm). Vannstrømanalogien skal forklare og visualisere elektriske kretser, ofte ved hjelp av en vannpumpe (batteri) løfter vann opp et fjell (potensial), vannet driver nedover fjellet hvor det driver et vannhjul (strøm), og ender opp i havet (ikke potensial), før det pumpes opp igjen (sluttet krets). Her kan også en hindring for vannstrømmen symbolisere motstand. Vannmodell analogier benyttes også for å visualisere hva som skjer i en parallellkobling. Andre kjente eksempler på modeller og analogier som jeg ikke behandler nærmere her er snoranalogen, dramamodellen og supermarked-analogien (Angell et al., 2011a).

## 2.3 Rammeverk: Vinklinger i naturfag

For å se hvordan fagstoffet vinkles i lærebøkene benytter jeg meg av et rammeverk utviklet av Roberts (1982). Han har utviklet rammeverket ved å undersøke spørsmålet "Hvorfor skal jeg lære dette?" i Nord-Amerika for grunn- og videregående skole, hvor han har analysert både læreplaner, undervisning og lærebøker. Det er flere argumenter for hvorfor elevene skal lære naturfag. Disse argumentene gir en indikasjon på hvordan pensumet bør vinkles (Curriculum emphases). Han presenterer sju vinklinger som representerer det grunnleggende synet på pensumdiversiteten og hvilken hensikt et naturvitenskapelig fag har. De tar for seg essensen av brede ulike orienteringer i naturfaget. Det var Knain (2002) som introduserte begrepet «vinklinger» på norsk, og oversettelsen av Roberts (1982) sine sju vinklinger. Disse

vinklingene har Roberts utarbeidet fra hva som er argumentert for, og presentert i offentlige og politiske dokumenter, samt hva som har vært typisk i lærebøker for naturfag de siste 80 årene. Han argumenterer for at vinklingene tar for seg det som har blitt prøvd i naturfaget, selv om de kanskje ikke dekker hva som er mulig i naturfaget. Disse vinklingene besvarer Roberts spørsmål på ulike måter. Han beskriver det selv slik:

Curriculum emphases in science education is a coherent set of messages to the student *about* science (rather than *within* science). Such messages constitute objectives which go beyond learning facts, principles, laws, and theories of the subject matter itself – objectives which provide answers to the student question «Why am I learning this?» (s. 245).

Roberts poengterer at det er viktig at det er en sammenheng, ikke bare mellom det rent faglige som presenteres i bøker, men det må også være sammenheng mellom de ulike vinklingene i bøkene. Han sier «The task of the [curriculum] reviser is to see that what [the student] learns is appropriate, and that through what he has learned he will be able to grasp the significance of the discipline as a whole» (Roberts, 1982, s. 252). Bak dette sitatet ligger det at det er ikke nok med kun ett «Curriculum Emphases» som er synlig i det elevene møter i faget. Ideelt sett burde alle være representert for at elevene skal være i stand til å se signifikansen av faget som helhet.

De sju «curriculum emphases» eller vinklinger av pensum Roberts (1982) presenterer er: «Everyday Coping», «Structure of Science», «Science, Technology, and Decisions», «Scientific Skill Development», «Correct Explanations», «Self as Explainer» og «Solid Foundations». Disse har jeg i min oppgave oversatt til norsk til henholdsvis: «Mestre hverdagen-vinkling», «Naturvitenskapens struktur-vinkling», «Naturvitenskap, teknologi og beslutninger-vinkling», «Vitenskapelige ferdigheter-vinkling», «Riktige forklaringer-vinkling», «Egen erkjennelse-vinkling» og «Solid grunnlag-vinkling» (referert i Knain, 2001, s. 21-22). Jeg presenterer og beskriver hver av disse nærmere nedenfor.

### **Mestre hverdagen-vinkling**

Denne vinklingen har hovedfokus på at naturfag er viktig, hvis ikke nødvendig for å forstå og kontrollere sine omgivelser. Dette gjelder både for natur(fag)lige og teknologiske situasjoner. Med andre ord vil dette si at naturfag er nødvendig for elevene slik at de kan mestre livet på en tilfredsstillende måte (Roberts, 1982). Dette er også omhandlet i formålet til dagens læreplan for naturfag, Utdanningsdirektoratet (2013a) skriver dette slik:

Samtidig skal naturfag bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn på samspillet mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning. Dette er viktig for den enkeltes mulighet til å forstå ulike typer naturvitenskapelig og teknologisk informasjon. Dette skal gi den enkelte et grunnlag for deltakelse i demokratiske prosesser i samfunnet. (s. 2)

Sjøberg (2009) poengterer også det samme, når han argumenterer for at skolen skal fremme allmenndannelse

Vi kan altså si at visjonen om at skolen skal...være allmenndannende, går ut på at skolen skal bidra til at elevene utvikler seg til individer som er i stand til å delta på en selvstendig, reflektert og kritisk måte i vårt demokratiske samfunn (s. 41).

Roberts (1982) sier at dette elementet er like mye, hvis ikke mer relevant da han gjorde sine undersøkelser i 1982, som for 40 år siden, altså på 1940-tallet. Slik er det nok fortsatt, det er en rask utvikling i dagens kunnskap- og teknologisamfunn. Naturvitenskapen er en stor del av denne utviklingen slik Utdanningsdirektoratet og Sjøberg uttaler seg. Det har vært utallige eksempler på dette både innenfor biologi, kjemi og fysikk. I fysikken startet dette med telefonen, forbrenningsmotoren og elektriske enheter (Hurd, 1969). Det moderne samfunnet er i stor grad basert på elektrisk energi, hvor fornybar energi har blitt et fokuspunkt og verden generelt er i stor grad basert på naturvitenskapelig kunnskap (Angell et al., 2011a; Angell, Flekkøy & Kristiansen, 2011b). Vi blir nesten månedlig presentert nye elektriske og teknologiske enheter som fungerer med «nyoppdagede» naturfaglige fenomener. Noen ment for underholdning, andre for deres nytteverdi. For å forstå og kontrollere hva disse innretningene innebærer, kreves det naturfaglig kunnskap. Denne vinklingen er ikke bare viktig for den individuelle, men også avgjørende for at samfunnet skal kunne møte utfordringer godt utrustet. For at det skal være mulig for elevene å være mestrende, deltagende og demokratiske samfunnsborgere, må de lære hvordan de kan benytte seg av naturfaglig kunnskap i mange situasjoner.

### **Naturvitenskapens struktur-vinkling**

Denne vinklingen tar for seg hvordan naturvitenskapen fungerer og opererer intellektuelt, hovedsakelig i sin vekst og utvikling (Roberts, 1982). Det er et gjensidig samspill mellom bevis, teori, data og modeller for å forklare ulike naturfaglige fenomener, dette er det et krav om i naturvitenskapen skriver Øyehaug (2014). Videre er naturvitenskapen i stadig endring og

utvikling, og vi oppnår aldri den virkelige «sannhet», men vi utformer hypoteser, finner bevis, utvikler teorier og modeller som bringer oss nærmere sannheten. Dette henger sammen med kravet til falsifisering. For at noe skal kunne kalles vitenskap, må det ifølge Karl Popper kunne falsifiseres. Dette innebærer at hypotesene som utformes må kunne motbevises gjennom et eksperiment eller en observasjon (Angell et al., 2011b). At forskerens begrepsmessige prinsipper påvirker forskning er også en del av denne vinklingen (Roberts, 1982).

Dersom vi oppsummerer poengene ovenfor, kan denne vinklingen sies å være elementer i lærebøker som omhandler naturfagvitenskapens tre dimensjoner som Sjøberg (2009) presenterer. Og med andre ord kan denne vinklingen ses i lys av naturvitenskapens egenart. Dette er behandlet i noe snevrere grad i hovedområdet «Forskerspiren» i dagens læreplan for naturfag. Her står det: «I naturfagundervisningen framstår naturvitenskapen både som et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag, og som prosesser som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig kunnskap bygges og etableres...» (Utdanningsdirektoratet, 2013b, s. 3).

### **Naturvitenskap, teknologi og beslutninger-vinkling**

Denne vinklingen har fokus på begrensningene naturvitenskapen har i å håndtere og takle praktiske utfordringer. For det første legges det vekt på at naturvitenskap og teknologi ikke er det samme. Deretter skilles vitenskapelige og teknologiske betraktninger fra de verdiladede betraktninger involvert i personlige og politiske beslutningsprosesser. Altså, naturvitenskapen er nødvendig for å kunne løse problemer, men den kan ikke løse alle de praktiske, verdiladede, etiske, personlige- og politiske utfordringene vi møter (Roberts, 1982). Roberts bruker et eksempel på hva som kan løses og ikke, ved hjelp av naturvitenskap, dersom man skal bygge ut oljerør. Naturvitenskapen kan løse noe, slik som beregning av hvor mye røret kan frakte, mens andre parter må ta seg av resten, slik som budsjettering og hvor røret skal gå.

### **Vitenskapelige ferdigheter-vinkling**

Denne vinklingen vektlegger tilfeller hvor naturvitenskapens prosessdimensjon er i fokus. Dette er tilfeller hvor målet er at elevene skal tilegne seg fundamentale ferdigheter som kreves for å bedrive naturfaglige aktiviteter, og for å forstå at naturvitenskapens «metode» ikke eksisterer. Ut ifra forskeres gjetninger, tilpassede fremgangsmåter og kreativitet finnes det en mengde metoder innenfor naturvitenskap. Det er ikke spesifikk naturfaglig kunnskap som skal læres, men prosessen som naturfaget benytter seg av for å komme frem til svarene, som er

grunnleggende i all naturvitenskap (Roberts, 1982). Roberts sier at prosessen er viktigere enn produktet, bare ved å mestre prosessen på en god måte, vil man kunne få et riktig produkt. I tillegg til at prosesser er *mer* enn halvparten av moroa. Denne vektleggingen i pensum bidrar til at elevene får en bedre forståelse av naturvitenskapen som produkt, og er avhengig for å få en forståelse av naturvitenskapens egenart.

### **Riktige forklaringer-vinkling**

I motsetning til foregående vinkling er all hovedvekt her på naturvitenskapens produkt dimensjon. Roberts (1982) sier den bygger på prinsippet i naturvitenskapens; «master now, question later» (s. 248). Det aller viktigste å formidle til elevene i denne vinklingen er fakta, ideer, teorier og modeller. Dette er de *produktene* som er akseptert i det vitenskapelige samfunnet. Roberts kaller denne vinklingen for Correct Explanations. Elevene skal altså lære seg de korrekte og aksepterte forklaringene eller produktene. Dette danner grunnlaget for kunnskapsbasen vi har i dag. Ut ifra dette skal man samtidig få en forståelse av at de produktene som er mindre korrekte, eller direkte feil, blir forkastet. Helt til slutt skal elevene få en tillit til forskerne. Forskere arbeider for og gjør produktene så enkle som mulig, slik at elevene skal møte noe enkelt, vanlig og se at alt er mulig. De skal stole på de riktige-forklaringene i naturfaget (Roberts, 1982).

### **Egen erkjennelse-vinkling**

Når denne vinklingen er i fokus behandles naturvitenskapen som en viktig del av vår kultur. Dette innebærer ikke bare naturvitenskapens historie om «who-did-what-when» (Roberts, 1982, s. 248), men det handler også om å se helheten. Man må se på naturvitenskapen som en av menneskenes mange evner og muligheter. Dette innebærer å se naturvitenskapens vekst og utvikling av vitenskapelige ideer, som i all hovedsak er en funksjon av menneskelige hensikter og formål. De naturvitenskapelige ideene som blir utviklet er preget av menneskelige, praktiske, intellektuelle og kulturelle interesser. Dette er i neste rekke preget av tiden utviklingen har funnet sted i. Naturvitenskapen er altså preget av og utviklet i en sammensatt kulturell kontekst, med mange påvirkningsfaktorer. Når man ser på gamle forskningsprosjekter og deres resultater, kan resultatene som presenteres være forkastet i dag. I den tiden de var utviklet i, så var dette derimot den beste måten å forklare noe på. Denne vinklingen kan sammenlignes med elevenes læring og forståelse i naturfaget. Elevene forsøker å forstå fenomener ut ifra deres beste evne,

kunnskaper, tidligere erfaringer og kultur. De kan ha misoppfatninger som gir mening for dem i deres sammensatte kontekst, selv om det ikke i dag er vitenskapelig korrekt (Roberts, 1982).

### **Solid grunnlag-vinkling**

I den siste vinklingen er det fokus på elevenes fremtid. De kunnskaper og instruksjoner som blir formidlet til elevene i deres utdanning, bør være til hensikt for at de skal velge naturfag, og bedrive naturvitenskap i fremtiden. På denne måten blir de forberedt til å tilegne seg mer kunnskap og ferdigheter i fremtiden (Roberts, 1982). Naturfaget skal være relevant og legge til rette for videre utdanning, samfunnsdeltagelse og livet videre. Det er kort sagt en studie- og samfunnsforberedende vinkling. Elementer i lærebøker som faller inn under denne vinklingen skal kunne gi elevene ett umiddelbart svar på «Why should we learn this?» (Roberts, 1982, s. 249). Ofte får skoler råd om hva som bør tas opp fra høyere hold. I norsk skole er kanskje læreplanen det viktigste rådgivende dokumentet fra høyere hold. Skolens læreplan er et gjennomarbeidet og trykt dokument å følge. Læreplanen viser at det elevene lærer passer inn i en struktur med økende grad av krav og kompleksitet. Dette dokumentet er godt gjennomtenkt og planlagt, og gir svar på spørsmålet om hvorfor elevene skal lære akkurat dette. Det er utviklet slik at elevene skal tilegne seg ferdigheter, kunnskaper og erfaring som er relevant for den lange læringsprosessen. Det skal være en progresjon i elevenes læring (Angell et al., 2011a).

## 3 Metode

Arbeidet med masteroppgaven innebærer valg av metode for datainnsamling, utvalg, teknikker for analyse og fremstilling av resultater (Ringdal, 2013). I dette kapitlet beskriver jeg mine valg og min fremgangsmåte i denne rekkefølgen. Formålet er hovedsakelig å sikre at datamaterialet man samler inn egner seg for å besvare spørsmålet som stilles. I tillegg skal det bidra til å forhindre distraksjoner, og for å håndtere oppgavens begrensninger, som for eksempel tid og penger (Jacobsen, 2015; Kjølørød, 2010). Helt til slutt beskriver jeg hvordan reliabiliteten og validiteten er ivaretatt i min oppgave.

For å besvare min problemstilling egner det seg best med detaljerte data, slik at jeg får muligheten til å finne spesielle kjennetegn i lærebøkene knyttet til forskningsspørsmålene (Johannessen, Christoffersen & Tuft, 2010; Ringdal, 2013). På bakgrunn av dette har jeg valgt en kvalitativ tilnærming. Jeg vil dermed få et tydeligere blikk på hva som hører til de ulike forskningsspørsmålene mine, selv om det kan være vanskeligere å tolke, analysere og se de ulike bøkene oppimot hverandre, sammenlignet ved bruk av kvantitativ metode (Johannessen et al., 2010). Den overordnede metoden i oppgaven er dokumentanalyse av lærebøker. Det er kun lærebøkene som danner grunnlaget for empirien, slik at jeg opererer med data i form av tekst, bilder, figurer, modeller og analogier i bøkene. Dette gir meg muligheten til å få informasjon om et saksforhold nedtegnet på et spesielt tidspunkt, med spesifikke mottagere og formål. Jeg får muligheten til å se bøkene i den konteksten de er utformet i (Tjora, 2012).

### 3.1 Utvalg

Brinkmann og Tanggaard (2010) poengterer at det må ligge bestemte kriterier til grunn for dokumentutvelgelsen. Ringdal (2013) sier at utvalget bør være representativt og være valgt fra samme utvalgsplan, slik at det er de samme kriteriene som gjelder for alle. Dette gjør det mulig å søke etter dokumenter på ulike steder, uten å drukne i mengden som finnes (Tjora, 2012).

Undersøkelsen bygger på dokumenter i form av lærebøker, det første jeg bestemte meg for var nivået på lærebøkene jeg ville undersøke. Allerede fra første stund i arbeidet hadde jeg bestemt at Tellus 9 fra 1998 skulle være med, hovedsakelig fordi jeg selv brukte denne på ungdomsskolen. Det er også på dette nivået elektrisitet først behandles i en omfattende grad. Dermed var nivået satt. Samtidig er dette, i hvert fall i dag «allmenn» kunnskap, det er ikke



ment for eksperter slik det er på høyere nivåer. Det er interessant å se om nivået har endret seg, samt å undersøke hvilke tanker det har vært om hva den allmenne person skal lære og hvordan.

Videre skulle mitt utvalg i størst mulig grad skulle være representativt. For å finne ut hvilke bøker jeg skulle ta for meg i oppgaven begynte jeg med søking i gamle arkiver ved Høgskolen i Hedmark, og i skolens bibliotek. Jeg benyttet videre søkemotorene Oria og Nasjonalbibliotekets elektroniske bibliotek. På disse sidene ligger det meste av hva som finnes innenfor temaet, som samtidig er tilgjengelig for meg. Disse søkemotorene har sorteringsmuligheter etter årstall og type dokumenter, hvor jeg har brukt søkeord som naturfag, fysikk, middelskolen, realskolen, ungdomsskolen. For best mulig transparens har jeg også sett i artikler og hovedoppgaver, som har behandlet lærebøker, noe som gir indikasjoner på hva som anses som kjente og mye brukte lærebøker. Dette resulterte i en liste med over 30 ulike lærebøker/læreverk som strakk seg ifra 1883 til den nyeste læreboken som ble utgitt i 2015. Jeg fant bøker som var skrevet tidligere enn 1883 også, men i disse bøkene var nivået høyt eller uklart, ellers så var elektrisitet i liten eller ingen grad representert.

Reduksjonen av denne listen foregikk i samarbeid med blant annet veileder, og jeg fikk valgt ut de aktuelle bøkene som har vært kjent for å være gode, og mye brukt. Den største utfordringen videre var å finne eldre lærebøker for å ivareta det historiske perspektivet, samtidig som de samme utvalgsriteriene skulle gjelde. Flere av de eldre bøkene som var aktuelle er utgitt i en mengde utgaver, og har blitt brukt i flere tiår. Jeg valgte dermed de utgavene som gjorde at det ble noenlunde like intervaller mellom utgivelsene.

Det har ikke vært noen lett oppgave å velge ut relevante bøker som faller innenfor kriteriene som gjør utvalget representativt. Jeg måtte begrense meg på hvor langt tilbake i tid jeg ville gå, ellers ville utvalget blitt for stort med tanke på oppgavens rammer. Ut ifra kriteriene som er omtalt ovenfor endte jeg opp med fem bøker som danner grunnlaget for oppgaven, hvor den første er ifra 1921 og den siste fra 2015. I tabell 3 er bøkene, forfatterne, årstall, utgave og til hvilken reform de er utviklet vist. Med unntak av den nyeste, er alle bøkene tilgjengelig for alle i digital versjon via nasjonalbibliotekets nettside. Disse er alle utviklet til bruk i skolen på nivået som tilsvarer dagens ungdomsskole, i sin respektive tidsperiode, og er kjent for å ha vært mye brukt i skolen. Det er viktig å merke seg at nivået på noen av de eldre bøkene er litt flytende, hvor eksempelvis den ene boka er ment for realskolen og gymnas (litt høyere nivå). I de nyeste bøkene er elektrisitet omtalt i bøkene for 9.- og 10.- trinn. Fra gammelt av er det bøkene som er skrevet for 7.-8.klasse, middelskolen og realskolen. Utenom dette har alle forfatterne

akademisk bakgrunn, og alle bøkene er utviklet for bruk i skolen. De bøkene som er skrevet før 2000, var alle godkjent for bruk i skolen av Kirke- og Undervisningsdepartementet, selv om det i de to eldste ikke står til hvilken læreplan de er utviklet til. Ut ifra når de er skrevet tar jeg utgangspunkt i at de ble utviklet i henhold til den siste utgitte læreplanen som var utviklet. I boka fra 1976 står det at den er utviklet i henhold til mønsterplanen fra 1974. I bøkene etter at godkjenningsordningen ble avskaffet i 2000 (Sjøberg & Schreiner, 2005), står det at de er utviklet i henhold til læreplanene som var gjeldende.

Den første boka i tabellen, Fysikk for middelskolen fra 1921, valgte jeg fordi forfatterne og boka har preget skolen i sin tid. Den passet også med tanke på årstallet ut ifra hvor det var hensiktsmessig å begynne for meg. Den andre boka, Bruun & Deviks fra 1943, hadde et passende tidsintervall ifra den første boka, samtidig er den skrevet i krigstiden, noe jeg synes var interessant. Brandt & Frøshaug sin bok ifra 1976 ble valgt fordi dette var den boka de har skrevet som ikke var maksimumsbok, men som behandler elektrisitet. Samtidig er et visst intervall ivaretatt her også. Jeg har unngått såkalte maksimumsbøker i hele mitt utvalg, dette er bøker hvor hele eller store deler av boka omhandler ett tema. Tellus 9 ifra 1998 var som sagt allerede fastsatt tidlig i prosessen. Til slutt valgte jeg Nova 10 fra 2015 fordi dette er den nyeste boka for ungdomstrinnet som behandler elektrisitet.

Jeg vil påpeke at utvalget ikke gir en helhetlig oversikt og vurdering av lærebøker i denne tidsperioden. Det jeg ønsker med utvalget og analysen er som Lyngaard (2012) poengterer er vanlig i dokumentanalyser, å undersøke og gi eksempler på sentrale elementer som kan ha endret seg innenfor temaet elektrisitet i bøkene, over en viss tidsperiode. Dette innebærer nødvendigvis også at jeg ser stabiliteten i bøkene. Jeg har et fokus på hvordan pensumvinkling har vært, og hvilke vinklinger som er representert i bøkene. Jeg ønsker å finne indikasjoner på hvilken hensikt fagstoffet som presenteres er tiltenkt å ha, gjennom å fokusere på fagstoff, figurer, modeller, analogier og struktur innenfor temaet.

Tabell 3 Oppgavens utvalg av lærebøker

| <b>Boktittel</b>   | <b>Forfatter</b>   | <b>Årstall</b> | <b>Reform/læreplan</b>   |
|--|--|----------------|--|
| <b>Fysikk for<br/>middelskolen<br/>(3. opplag)</b>   | Havig, Sverre<br>Holmsen, Andreas<br>Strøm, Ole                                | 1921           | Undervisningsplan<br>for Middelskolerne<br>og Gymnasierne<br>vedtaget den 1ste<br>Marts 1885 |
| <b>Fysikk for<br/>realskolen og de to<br/>første klassene i<br/>gymnaset<br/>(4. utgave)</b> | Bruun, Sverre<br>Devik, Olaf   | 1943           | Normalplan for 1939  |
| <b>FYSIKK/KJEMI 7<br/>og 8</b>   | Brandt, Tor<br>Frøshaug, John  | 1976           | Mønsterplan av 1974  |
| <b>Tellus 9</b>  | Ekeland, Per Roar<br>Johansen, Odd-Ivar<br>Rygh, Odd<br>Strand, Siri Busengdal | 1998           | Læreplan av 1997   |
| <b>Nova 10</b>   | Steiniger, Erik<br>Wahl, Andreas   | 2015           | Læreplanverk for<br>kunnskapsløftet<br>2006 (revidert plan<br>2013)                          |

## 3.2 Dokumentanalyse

Når man snakker om dokument- og tekstanalyse så finnes det ingen faste fremgangsmåter Jensen (2011). Johannessen et al. (2010) poengterer også at; «Selv om dokumenter og intervju-/observasjonsdata har ulike opprinnelse, behøver ikke analysen av dem å være så forskjellig» (s. 164). Derfor setter ikke de et skille mellom dokumentanalyse og andre typer kvalitative tilnærminger. Dette støttes også av andre, «Selve den praktiske bearbeidelsen av et på forhånd eksisterende dokumentmateriale følger de samme retningslinjene som analyse av observasjons- og intervjudata» sier Repstad (2007, s. 104).

Angvik (1982) presenterer noen forskjellige måter for hvordan en lærebokanalyse kan være. Jeg gjennomfører i denne oppgaven det han kaller gruppeanalyse med lengdesnittsundersøkelser. Det vil si at jeg tar for meg lærebøker fra ulike perioder og ser på endringer frem til i dag (referert i Mæland, 2013). Videre er mitt design en form for gjentatt

tverrsnittsundersøkelse, hvor jeg undersøker utvikling og ser på trender i fysikkbøkene over tid. Dette innebærer at data kun registreres en gang per analyseenhet. Gjentatte tverrsnittsundersøkelser brukes ofte til å studere endring for grupper eller hele populasjonen (Ringdal, 2013). Ved å benytte meg av skriftlige kilder vil jeg belyse min problemstilling direkte, fordi dokumentene gir tidsbilder (Tjora, 2012). Det er nettopp dette jeg er ute etter, å se på endringer innenfor elektrisitet i en lærebokpopulasjon. Ringdal sier videre at; «Gjentatte tverrsnittsundersøkelser karakteriseres ved at de samme spørsmålene stilles på minst to tidspunkter til ulike utvalg fra den samme populasjonen» (s. 147). I min undersøkelse er utvalget de lærebøkene jeg har valgt, og populasjonen er naturfagbøker som er skrevet fra 1921 frem til 2015.

Jensen (2011) beskriver at i en dokumentanalyse kan man ha ulike innfallsvinkler. Man kan se på innhold, form, avsender og mottager. Jeg har tatt hensyn til når lærebøkene er skrevet, hvem teksten er skrevet for og om det er noen motiver som kan ha påvirket fremstillingen (Holme & Solvang, 1996; Tjora, 2012). I min analyse er mottageren for dokumentene selvsagt skoleelever. Jeg har ikke sett nærmere på forfatterens bakgrunn eller erfaring på lærebokutvikling foruten å se om de hadde akademisk begrunn. Jeg har derimot analysert både innholdet og til en viss grad formen i bøkene. Innholdet er teksten og elementene man møter i bøkene, den symbolske funksjonen, mens formen går på bøkens estetiske funksjon. Til sistnevnte inngår blant annet språk, argumentasjon og layout. I tillegg er dokumentene jeg analyserer formet i ulike tider og kontekster, noe som er tatt hensyn til, siden jeg er ute etter virkelighetsnære og sammensatte forklaringer med forankring i tid og rom (Kjølørød, 2010).

### **3.3 Datagenerering og analyse**

I min oppgave, hvor dataene foreligger i form av tekst, vil datagenereringen og analysen av dataene til en viss grad gå hånd i hånd. Jeg utførte dette arbeidet over en periode på 4-5 uker. I en slik prosess må dokumentene vanligvis leses og analyseres flere ganger. Dette gjør det mulig å forholde seg til hele dokumentet og danne seg et helhetlig bilde, slik at man får tak i det som er relevant for problemstillingen (Brekke, 2006). Til å begynne med skimlet jeg alle fem lærebøkene med fokus på innføringen (forord og innledning) og kapitlene om elektrisitet. Dette for å få ett førsteinntrykk og en oversikt over hver av dem. I den første gjennomlesingen begynte jeg med den nyeste boka og arbeidet meg bakover. Det blir ofte gitt tips om å begynne med de nyeste dokumentene når man undersøker noe med et historisk perspektiv (Kjeldstadli,

1997). Ved å gjøre dette fikk jeg et godt grunnlag til å se hva som er vanlig for lærebøker i dag, og hvor forskningen har ført oss innenfor temaet elektrisitet. Dette bidro til at jeg fikk et klarere blikk på de historiske, kulturelle, utdanningspolitiske og faglige sidene som var rådende for tidsperiodene bøkene er skrevet i. I denne gjennomlesingen noterte jeg hvilken rekkefølge fagstoffet blir presentert, og interessante elementer fra bøkene, som trigger meg som fagperson. I all hovedsak så jeg etter eksempler som er normalt og typisk for bøkene med tanke på forskningsspørsmålene, for å kunne anvende disse som eksempler i resultat og analysekapitlet.

Etter dette gikk jeg dypere inn i hver bok. Jeg begynte da med den eldste boka. I denne gjennomlesingen hadde jeg et kritisk blikk for å kunne foreta en utvelgelse av elementer i bøkene som var relevante for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Jeg har i oppgavens resultatkapitel trukket ut sitater i noen tilfeller, disse er ment å ha en illustrativ effekt (Lynggaard, 2012). Det samme har jeg gjort med bilder, modeller og analogier når disse belyser viktige poenger i teksten. Jeg har valgt å referere til og presentere disse i resultatkapitlet. For å belyse det første forskningsspørsmålet har jeg foretatt en kritisk utvelgelse av data. Disse viser hva som blir og ikke blir behandlet i bøkene av fagstoff og elementær fysikk innenfor temaet, samt hvordan dette fremstilles. Disse eksemplene belyser i tillegg oppbygning, struktur og grad av abstraksjon. For å belyse det andre forskningsspørsmålet har jeg benyttet meg av rammeverket fra Roberts (1982) for å velge ut eksempler ifra bøkene. Jeg har foretatt en kvalitativ analyse og trukket ut elementer fra bøkene hvor vinklingene trer tydelig frem. Denne utvelgelsen ble foretatt ut ifra spesielle kjennetegn og kriterier, som ligger til grunn for hver av Roberts sju vinklinger. Dette gjelder eksplisitte, og implisitte eksempler i bøkene for å spesifisere hovedinnholdet, hensikten og budskapet i bøkene (Roberts, 1982).

Det er for øvrig vanskelig å gjøre rede for hvordan jeg har kategorisert de implisitte eksemplene, men det er for eksempel ofte en selvfølge at når vitenskapelige ferdigheter-vinklingen er synlig, vil det være implisitte tegn på naturvitenskapens struktur-vinkling også. Dette vil si at kategoriene (vinklingene) ikke nødvendigvis er uten fellesnevnerne. Det er alltid litt usikkerhet ved en slik kategorisering i kvalitativ forskning fordi de kan vise til andre egenskaper enn hva de er ment å vise. På den andre siden gjør de det mulig å identifisere hva hovedessensen i fagstoffet er, gjennom fellesnevnerne vil de ulike kategoriene også belyse lignende poenger. Det var i denne gjennomlesingen den spesifikke datagenereringen og analysen fant sted. Jeg har foruten disse gjennomlesingene bladd gjennom, sett over og skumlest bøkene flere ganger, hver gang med ny type forståelse som resultat, som Brekke (2006) sier er vanlig.

Som sagt har jeg måttet foreta en kritisk utvelgelse av hvilke data som jeg skal velge å trekke ut fra bøkene. Like lite som en lærebok klarer å skildre hele virkeligheten, har heller ikke jeg mulighet i denne oppgaven å skildre hele bokas innhold. Det er store mengder tekst og andre elementer som kan analyseres i lærebøkene slik at det er uhensiktsmessig å gå gjennom dette ifra A til Å. Jeg har forsøkt så godt som mulig å trekke frem de mest sentrale delene som belyser og besvarer mitt spørsmål. I løpet av de gangene jeg har lest gjennom bøkene har jeg valgt bort og erstattet data, med andre som belyser det jeg er ute etter på en bedre måte. Dette er et resultat av min egen utvikling med tanke på å håndtere lærebøker som datagrunnlag, og utgangspunkt for min analyse. Dette henger sammen med hva Brekke (2006) sier om at man stadig får en ny forståelse av det som analyseres. Jeg har blant annet endret syn på hvilke vinklinger i rammeverket jeg tolker at elementer faller innenfor i løpet av prosessen ifra behandlingen av den første til den siste boka. Dette har ført til at jeg har måtte gjennomføre en «ny» analyse i ettertid. På denne måten har alle bøkene blitt analysert ut ifra de samme kriteriene. Gjennom all behandling av lærebøkene har jeg i den grad det er mulig forsøkt å være objektiv, dette gjelder både med tanke på de dataene jeg har trukket ut og presenterer, samt analysen av disse. Jeg vil påpeke at selv om jeg i min oppgave presenterer ulike læreplaner, og argumenterer for at disse har ført til endring i lærebøker, er jeg for øvrig ikke ute etter å gjenkjenne de ulike læreplanene i bøkene jeg analyserer. Jeg vil se hva pensumdiversiteten har gjort med temaet elektrisitet i lærebøker, hva dette fører til med tanke hvilket fagstoff og hvordan fagstoffet presenteres, samt hvilken hensikt/vinkling det har.

Brinkmann og Tanggaard (2010) poengterer at det er viktig å finne en hensiktsmessig måte å presentere resultatene på. Dette gjelder også for drøftingen. Jeg har valgt å presentere resultatene ved å behandle en og en bok slik at jeg får frem endringene og hva som er typisk for bøkene i et historisk perspektiv. På denne måten kan leseren sette seg inn i hver enkelt bok og få et helhetlig inntrykk av dem, og det blir lettere å sette seg inn i vurderingene jeg har gjort i analysen. For hver bok har jeg valgt å følge lærebøkens struktur, slik at resultatene på sett og vis representerer elektrisitetskapitlene i bøkene fra start til slutt. For å få en ryddig presentasjon har jeg stedvis måtte presentere flere eksempler innenfor de samme vinklingene i henhold til rammeverket, selv om dette går ut over kronologien i bøkene. På denne måten blir det ryddig for leseren å henge med på analysen. Jeg har med utklipp fra bøkene for at det skal være enklere for leseren å sette seg inn i eksemplene jeg ønsker å belyse og for å lette leseligheten. I drøftingen tar jeg utgangspunkt i forskningsspørsmålene, og deler inn kapitlet etter disse. På denne måten blir det både for meg og leseren mulig å se trådene mellom teorien og data. Dette

vil også tydeliggjøre hvilke eksempler jeg ser på som er med på å belyse de to forskningsspørsmålene.

### **3.4 Vurdering av validitet og reliabilitet**

Begrepene validitet og reliabilitet omtales oftest i tilknytning til kvantitative metoder, men det er relevant å snakke om disse prinsippene i kvalitativ forskning. Guba og Lincoln bruker derimot begrepene pålitelighet, troverdighet, overførbarhet og bekreftbarhet i tilknytning til kvalitativ forskning (referert i Johannessen et al., 2010). Nedenfor gjør jeg rede for hvordan disse faktorene er ivaretatt i min forskningsprosess.

#### **Pålitelighet**

Reliabiliteten eller påliteligheten sier noe om kvaliteten på analysen og tolkninger i undersøkelsen (Ringdal, 2013). Sagt med andre ord handler reliabilitet om etterprøvbarehet, noe som ikke er så enkelt i kvalitativ forskning (Kvale & Brinkmann, 2009). Dette er på grunn av at det hovedsakelig går på forskerens evne til å være bevisst på mulige feilkilder, nøyaktigheten i datainnsamling, hvilke data som brukes og hvordan disse bearbeides (Johannessen et al., 2010; Ringdal, 2013). Påliteligheten er ivaretatt for det første ved at jeg har beskrevet utvalget av lærebøker, og hvordan jeg har valgt ut disse for å få et representativt utvalg. De er kjent for å være mye brukt og alle bøkene er mulig å få tak i for hvem som helst. På bakgrunn av dette kan hvem som helst undersøke de samme bøkene, for å sjekke opp resultatene jeg har kommet frem til. Jeg har videre forsøkt å beskrive og synliggjøre hvordan jeg har generert og analysert data ut ifra det teoretiske rammeverket, noe Johannessen et al. (2010) sier styrker påliteligheten. På den andre siden er det nesten umulig for en annen å gjennomføre den samme undersøkelsen å få nøyaktig de samme resultatene som meg, fordi en slik undersøkelse påvirkes av forskerens erfaringsbakgrunn, tolkninger og observasjoner (Johannessen et al., 2010). Dersom jeg eksempelvis hadde gjort opptellinger ville det vært lettere å styrke påliteligheten, men ved å gi leseren et «audit trail» gjennom å beskrive analysen, vurderinger, fremgangsmåte og kontekst har jeg forsøkt å sikre god pålitelighet.

## Troverdighet

Validitet eller troverdighet sier noe om forskningen er gjort på en tillitvekkende måte (Ringdal, 2013). Med andre ord sier det noe om det er sammenheng mellom det forskeren undersøker og dataene som blir hentet inn. Fremgangsmåten og dataene må være relevante og gyldige slik at de kan måle det som skal måles, de må reflektere formålet med studien og representere virkeligheten (Johannessen et al., 2010). I min oppgave er troverdigheten ivaretatt ved at jeg genererer data, og analyserer disse ut ifra kategorier (vinklinger), som er direkte knyttet til det jeg etterspør i problemstillingen. Disse kategoriene er operasjonalisert i teorien ut ifra Roberts (1982) undersøkelser. Ved at jeg følger en bestemt kategorisering når jeg analyserer bøkene, vil jeg stille de samme spørsmålene til hele mitt utvalg. Jeg har plassert dataene jeg har generert inn i de kategoriene som er mest fremtredende og synlige, men jeg har også i flere tilfeller plassert data innenfor flere enn en kategori. Det er avgjørende i gjentatte tverrsnittsundersøkelser, at jeg gjør det samme i hele mitt utvalg, slik at jeg måler det som skal måles. Siden jeg gjennomfører en dokumentanalyse, vil det si at jeg ikke må tolke kroppsspråk og stemmeleie, det er et «dødt» materiale (Repstad, 2007). Dette kan være positivt både for troverdigheten, men også påliteligheten, med tanke på at det vil bli færre feiltolkninger. Det må for øvrig bemerkes at noen av kategoriene jeg benytter meg av er flytende. Noen eksempler kan falle innenfor flere kategorier, og det er vanskelig å unngå all form for subjektivitet og egne tolkninger i dette arbeidet. Ved å eksempelvis intervjuere lærebokforfattere i tillegg eller benyttet en kvantitativ tilnærming, kunne denne risikoen blitt redusert. En annen svakhet er at jeg ikke følger noen bestemt form for sortering eller kategorisering for å undersøke det første forskningsspørsmålet. Her er det mine observasjoner og tolkninger av hva som er står sentralt som blir presentert. Det samme gjelder med tanke på at jeg har måtte foreta en kritisk utvelgelse av hvilke data jeg genererer og analyserer. Med hensyn til oppgavens omfang har jeg måtte la vær å behandle blant annet oppgaver, forsøk og elevbøker. Man får derfor ikke kjennskap til hvordan hele «faget» er gjennom en slik dokumentanalyse (Repstad, 2007). Jeg kunne hatt ett mye større utvalg av lærebøker for å styrke troverdigheten, gjennom dette ville resultatene gitt en mer fullstendig oversikt over status i lærebøker. En styrke for troverdigheten er likevel at jeg har gått igjennom utvalget, datagenereringen og mine resultater flere ganger for å styrke analysen og argumentasjonen for disse elementene. Ved at jeg beskriver eksempler på hvordan jeg har analysert kan leseren selv ta stilling til håndteringen av dataene og analysen.



## **Overførbarhet**

Overførbarhet tar for seg spørsmålet om resultatene fra min forskning kan overføres til andre lignende fenomener i andre situasjoner. Sagt med andre ord, om det er mulig å trekke slutninger fra min forskning, og overføre kunnskapen til andre områder, utenom akkurat det jeg studerer (Johannessen et al., 2010). Det begrensede utvalget av lærebøker i min undersøkelse gjør at funnene i denne undersøkelsen er nært knyttet til disse. Kanskje kan det være mulig å se likheter i andre bøker, men utenom dette er det ikke lett å se noen generelle overføringer til andre situasjoner. Den største overføringsverdien ut ifra mine funn vil eksempelvis være at lærere kan trekke paralleller til lærebøkene de selv bruker i skolen. Gjennom mine funn kan man bli mer bevisst på hvilken hensikt fagstoff, begreper, struktur og vinklingene i lærebøkene har, også i andre temaer enn elektrisitet. Målet med denne oppgaven er på den andre siden heller ikke å generalisere funnene, men heller å gå i dybden i lærebøkene og komme med mest mulig utfyllende beskrivelser av mitt utvalg.

## **Bekreftbarhet**

Bekreftbarheten i forskning tar for seg viktigheten av at funnene ikke er et resultat av subjektive holdninger. Resultatene skal kunne bekreftes av andre forskere dersom de gjennomfører den samme undersøkelsen (Johannessen et al., 2010). Jeg har som nevnt forsøkt å beskrive hvilke beslutninger jeg har tatt i forskningsprosessen, både med tanke på utvalg og metoden for datagenerering og analyse, på denne måten kan leseren følge og vurdere disse. Jeg har på den andre siden som sagt ikke fulgt noen bestemte fremgangsmåter for å håndtere det første forskningsspørsmålet, men jeg har forsøkt å være så objektiv som mulig hvor jeg har støttet meg på hva teorien sier om fremstilling av fagstoff og begreper. Jeg har for det andre sett en progresjon i min evne til å håndtere og analysere lærebøkene. Når jeg var ferdig med analysen av den siste boken, så jeg at analysen av de første bøkene jeg behandlet hadde svakheter. Tidlig i arbeidet hadde jeg i tillegg fordommer om at Tellus var «best», fordi jeg var selv fornøyd med denne i egen skolegang. Når jeg så at min evne til å håndtere bøkene hadde blitt endret, gikk jeg som nevnt igjennom prosessen igjen på de første bøkene for å redusere subjektiviteten i egne tolkninger. Gjennom dette mener jeg bekreftbarheten ble styrket. Ellers er det så vidt jeg vet ingen som har gjennomført en undersøkelse som har det samme fokuset som meg i norsk kontekst, derfor er det vanskelig å finne forskning som direkte støtter mine resultater. Det er uansett likhetstrekk mellom mine funn og blant annet hva didaktikk og forskning på lærebøker har funnet (Angell et al., 2011a; Bungum, 2008, 2013; Harkjerr, 2004; Nelson, 2006 m.fl.).

## 4 Resultater og analyse

I dette kapitlet presenterer jeg resultatene fra min analyse av de fem lærebøkene jeg tar for meg. Aller først presenterer jeg tabell 4, hvor jeg har telt opp antall sider, delkapitler (hovedoverskrifter), underoverskrifter og grafiske elementer. Dette for å vise de kvantitative ulikhetene i mitt utvalg av lærebøker. Jeg har delt problemstillingen inn i to forskningsspørsmål, disse er «Hvilket fagstoff og begreper står sentralt og hvordan fremstilles det i bøkene?» og «Hvordan vinkles fagstoffet i lærebøkene?». Framstilling av resultatene tar utgangspunkt i disse to. Jeg gir en oversikt over fagstoff, begreper og struktur, hvor jeg også ser på abstraksjonsnivå. Dette for å belyse det første forskningsspørsmålet. Samtidig presenterer jeg eksempler på bøkens vinkling ut ifra rammeverket til Roberts (1982) sju vinklinger på pensum, som ble presentert i 2.3 til hensikt for forskningsspørsmål nummer to. Underveis henviser jeg til figurer, som er gitt et figurnummer og sidetall (sier hvor man finner disse i oppgaven). Dette er utklipp ifra bøkene som jeg har inkludert i resultatkapitlet for å lette leseligheten. De vinklingene jeg har funnet at er representert i de ulike bøkene, er oppsummert i en tabell helt til slutt i dette kapitlet, i tabell 5 på side 86.

Tabell 4 Generell opptelling i bøkene

| <b>Bøker<br/>Telling</b>                    | <b>Fysikk for<br/>middelskolen</b> | <b>Fysikk for<br/>realskolen<br/>og de to...</b> | <b>FYSIKK/KJEMI<br/>7 og 8 (fordelt på 2<br/>kap.)</b> | <b>Tellus 9<br/>(fordelt<br/>på 2<br/>kap.)</b> | <b>Nova 10</b> |
|---|------------------------------------|--|--|---|----------------|
| <b>Sider<br/>(inkludert<br/>sammendrag)</b> | 23                                 | 58   | 27   | 46  | 30             |
| <b>Delkapitler</b>                          | 2                                  | 56   | 37   | 14  | 3              |
| <b>Overskrifter<br/>i delkapitler</b>       | 25                                 | 0  | 0  | 56  | 17             |
| <b>Grafiske<br/>elementer</b>               | 26                                 | 70   | 40   | 72  | 40             |

## 4.1 Fysikk for middelskolen, Havig, Holmsen & Strøm 1921

Boka starter elektrisitetenskapittelet med å introdusere *Gnidningselektrisitet*. Dette gjøres gjennom å vise hvordan man elektriserer stoffer ved gnidning, hva elektrisitet er og ikke minst at vi har to slags elektrisiteter (positiv og negativ ladning). For å forklare generelle sider ved elektrisitet, brukes lakkstang og glasstang som utgangspunkt for forklaringene. Blant annet får man vite hva som leder strøm og ikke. Det blir også beskrevet hvordan vi kan gjøre en leder elektrisk ved fordeling og meddeling. Samt hvordan vi kan lage elektrisitet (i form av ikke utnyttbar elektrisitet) ved bruk av elektrisermaskin (Figur 1, side 47) og leydnerflasken (Figur 2, side 47). Dette oppfordrer til eksperimentering som grunnlag for formidlingen av kunnskap, på figuren av leydnerflasken vises også en hånd som fører en *utlader* bort til leydnerflasken. Dette indikerer hovedsakelig naturvitenskapens struktur-vinkling. Til slutt, innenfor overskriften *Gnidningselektrisitet*, presenteres hvordan lyn, torden og lynavleder fungerer, før fokuset deretter går over på *Strømmende elektrisitet*. Her presenteres elementer og batterier ved hjelp av begrepene *positiv pol*, *negativ pol*, *strømmen åpnes* og *strømmen sluttes*. Lys, varme og kjemiske virkninger er det neste, dette presenteres ved bruk av begreper som *varme*, *motstand*, *elektriske lysbue*, *vannstoff*, *surstoff* og *elektrolyse*. Etter dette kommer det en kort beskrivelse av strømmens magnetiske virkning og to apparater som utnytter denne fysikken; Det elektriske ringeapparat og Telegrafapparatet. Begreper som *høirehånds-regelen*, *elektromagnet* og *strømspiraler* er de sentrale her. Mot slutten av kapitelet presenterer boka en del begreper innenfor elektrisitetslæren, blant annet; *ledningsmotstand*, *strømstyrke*, *spenning* og *induksjonsstrømmer*. I likhet med tidligere i kapitelet, gir boka eksempler på innretninger som benytter seg av disse fenomenene her også. Telefonen og Dynamomaskinen er eksemplene som blir trukket frem og knyttet til de sistnevnte begrepene. Naturvitenskapens struktur-, egenerkjennelse-, riktige forklaringer- og solid-grunnlag vinkling kommer frem gjennom disse elementene.

Kapitelet er delt inn med nummererte hovedoverskrifter og underoverskrifter som tydelig markerer hva innholdet i avsnittet er. Innenfor så å si hver overskrift og underoverskrift kan man finne kursiverte definisjoner og forklaringer på ulike elementer innenfor elektrisitetslæren. Dette kommer tydelig frem når boka presenterer motstand, strøm og spenning (Figur 3, side 47). Definisjonene er tydelig uthevet og skiller seg ut ifra teksten, Ohm defineres som «*1 ohm er motstanden i en 106,3 cm kvikksølv på 1mm<sup>2</sup> ved en temperatur av 0°*». Strøm defineres som

«Hvis det i 1 minutt spaltes så meget vann at det til sammen skilles ut  $10,4 \text{ cm}^3$  vannstoff og surstoff sier vi at strømmen er 1 ampere». Spenning defineres som «1 volt er den spenning som må til for å drive en strøm på 1 ampere gjennom ledningen når motstander er 1 ohm». Spenning definerer de også som en spenningsforskjell. Dette står slik: «Det er spenningsforskjellen som gjør at elektrisiteten strømmer over fra ett legeme til et annet» (s. 90). Ut ifra dette utleder de den matematiske formelen  $\text{strømst.} = \frac{\text{spenn.}}{\text{motst.}}$ . De presenterer altså Ohms lov, selv om de ikke kaller den dette. Når elektrisk strøm blir introdusert er det et eksempel på begreper og definisjoner: «Det må således bli en stadig strøm av elektrisitet i tråden. Egentlig er det to strømmer; men når vi taler om den elektriske strøm, mener vi alltid den positive strøm, - altså den som går fra kobberplaten gjennom tråden til sinkplaten, og videre gjennom syren til kobberplaten» (s. 80). Strømmen går altså ifra pluss til minus. Disse elementene viser en tydelig riktige forklaring-vinkling, men det faller også innenfor en solid grunnlag-vinkling.

Det blir brukt en mengde ulike begreper, mange de som trekkes frem ligner de grunnleggende begrepene som benyttes i dag. De mindre sentrale elementene har mindre kjente begreper, som kanskje var i allmenn bruk på den tiden, men ikke i dag. Et eksempel på dette er *elektrisk vind* og *elektrisk pistol* som beskrives ut ifra elektrisermaskinen (Figur 4, side 47). Andre eksempler som viser det samme er: «Alle legemer kan bli elektriske; men hvis en leder ikke skal miste elektrisiteten, må den settes på en isolator», «Vi gjør en isolert metallkule elektrisk», «Elektrisiteten holder seg på overflaten av lederne» og «Hvis lederen har en annen form enn en kule, så hopes det op mest elektrisitet der hvor lederen er sterkest krummet» (s. 75). At begrepene blir kursivert og fremhevet tilsier en riktige forklaringer-vinkling.

Ellers inneholder boka alt fra grunnleggende begreper innenfor elektrisitetslæren, til hvordan elektriske innretninger fungerer i hus og industri, og hva man må være forsiktig med. Noen få eksempler hvor de knytter innholdet til elementer elevene kan kjenne seg igjen i er også tilstede. Etter at boka har gått igjennom ett tema/begrep innenfor elektrisitetslæren, så presenteres leseren i de fleste tilfeller enten for et naturlig fenomen eller et apparat som belyser det som er blitt formidlet. Eksempler på dette er når de tar for seg lyn og torden etter gnidningselektrisitet er blitt gjennomgått, batteri og buelampe etter strømmende elektrisitet, det elektriske ringeapparat og telegrafapparatet etter strømmens magnetiske virkning. Telefonen, dynamomaskinen og elektromotorer blir presentert helt til slutt i kapitlet. Dette bidrar til en mestre hverdagen-, solid grunnlag- og ikke minst egen erkjennelse-vinkling.

Andre eksempler på egen erkjennelse-vinkling er blant annet når lyn og torden beskrives. Her trekkes det frem at Benjamin Franklin har påvist at skyer er ladd. Det beskrives hvordan han gjorde dette, før det til slutt presiseres at det han gjorde er svært farlig ut ifra generelle fakta om lyn, de kombinerer egen erkjennelse- og naturvitenskapens struktur-vinkling. Et annet eksempel innenfor denne vinklingen er når boka beskriver lyspæren. Den tradisjonelle lyspæren på denne tiden er en glasspære bestående av en kulltråd som gløder når det sendes strøm gjennom den, fordi den blir varm. Det gjøres til slutt rede for hvordan nyere lyspærer fungerer, det står «I nyere lamper er glødetråden laget av metaller med meget høit smeltepunkt. En av dem er *osramlampen*» (s. 82).

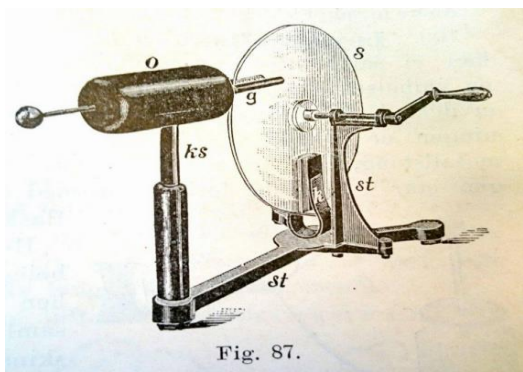
Videre inneholder boka mange figurer, disse har ingen egen figurtekst, og fungerer i all hovedsak som et utgangspunkt for tekstlige beskrivelser for de elektriske fenomenene i teksten. Figurene er ofte små og noen kan være vanskelig å tyde, noe som fører til at de tilhørende tekstlige beskrivelsene som tar utgangspunkt i disse figurene blir vanskelige å følge med på. I flere tilfeller får man heller ikke begrunnelser på hvorfor fysikkens fenomener faktisk fungerer som de gjør. Det som ofte beskrives i detalj er hvordan tekniske innretninger, apparater og naturlige fenomener ser ut/oppfører seg. Figurene har utgangspunkt i riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinklingene, men mestre hverdagen- og egen erkjennelse-vinklingene er også synlige.

Generelt i boka blir innholdet presentert på en måte som at det finnes kunnskap som vi er usikre på. Teksten presenteres for leseren som at det er forskere som gjennomfører et arbeid når boka skrives, ofte er disse beskrivelsene basert på en figur. Teksten formidler erfaringer fra forsøk og eksperimenter knyttet til elektrisitet, og formidlingen bærer preg av usikkerhet både fra forfatterens og naturvitenskapens side. Leseren blir introdusert for eksperimenter som grunnlag for kunnskap. Dette gjøres gjennom at boka bruker eksperimenterende ord som henvender seg til leseren. Eksempler på dette er: holder vi fingeren...vi setter en...vi tar så... osv. Konklusjonene eller resultatet som presenteres til disse eksperimentene bærer preg av at dette er den beste måten å forklare fenomenet på, derfor må det være sånn det fungerer. Et eksempel på dette er: «Vi maa derfor tro at det er to slags elektrisiteter» (s.73). Et annet eksempel er: «*Når en metallforbindelse spaltes ved den elektriske strøm, ser det ut som metallet blir ført med strømmen fra anoden til katoden*» (s. 84). Setninger som *ser det ut som* og lignende blir brukt flere steder i boka, noe som impliserer usikkerhet. Dette er eksplisitt med på å styrke en naturvitenskapens struktur-vinkling. Det viser at fysikkens fenomener er komplekse og vi kan

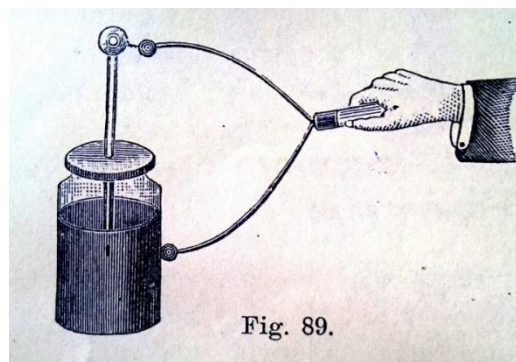
ikke være helt sikre på hva som er sant og ikke. Implisitt i dette kan man også finne uttrykk for vitenskapelige ferdigheter- og riktige forklaringer-vinkling. Dette gjennom at teksten inviterer elevene til å «gjennomføre» enkle eksperimenter, gjennom at det gis en beskrivelse på hva som blir gjort og hva utfallet av dette er. Formidlingen skjer gjennom en prosessdimensjon før man ender opp med et produkt ut ifra disse prosessene.

Foruten dette henvises det ikke til øvelser som elevene selv kan gjøre. De presenterer i forordet til boka at det anbefales å ha ulike apparater for å gjøre demonstrasjonsforsøk og enkle øvelser for elevene. Dette kommer på den andre siden ikke tydelig frem i selve kapitlet. De apparatene som presenteres og anbefales er ikke ment for å være nyttige for å mestre hverdagen eller for å bidra til elevaktivitet. De er ment til bruk i demonstrasjonsforsøk, det er vitenskapelige apparater eksempelvis for å påvise/måle strøm. I en stor andel av figurene vises det også en hånd som utfører en handling i disse bildene. Eksempler på dette er elektrisermaskinen og leydnerflasken (Figur 1 og 2, side 47). Det er vitenskapelige apparater som i størst grad bidrar til riktige forklaringer-vinkling, men også naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter-vinkling i snevrere grad.

Ut ifra oppbygning og innholdet i boka ved at de først presenterer den elementære fysikken, for så å komme med noen eksempler på hvor denne fysikken kommer til uttrykk, er det en kombinasjon mellom naturvitenskapens struktur vinkling og riktige forklaringer-vinkling som er mest representert. Egen erkjennelses-vinklingen er også å se gjennom hele kapitlet. Innholdet leder så mot en snevrere grad av mestre hverdagen-vinkling-, vitenskapelige ferdigheter-, og solid grunnlag-vinkling.



Figur 1 Elektrisermaskin, Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm



Figur 2 Leydnerflasken, Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm

Elektrisitet.

91

Spenningen måles i volt. **1 volt er den spenning som må til for å drive en strøm på 1 ampère gjennom ledningen når motstanden er 1 ohm.**

Er spenningen 2 volt og motstanden 1 ohm, drives 2 ampère gjennom ledningen.

Er spenn. 4 v. og motst. 1 ohm, så er strømst. 4 amp.  
 — 4 — — 2 — — 2 —

Tallene viser at spenn. = motst.  $\times$  strømst.

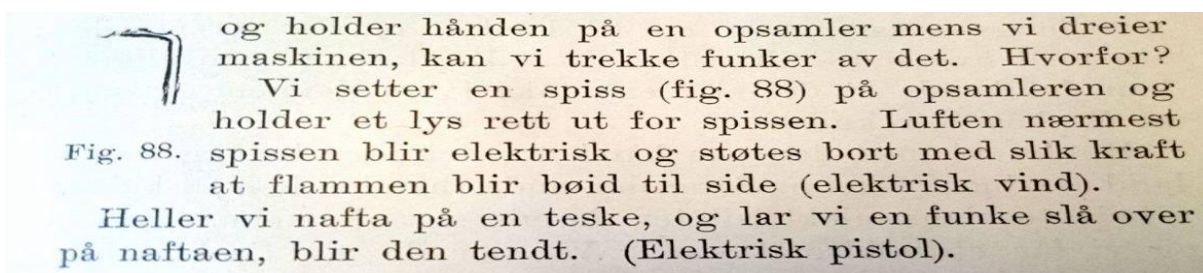
$$\text{Altså er strømst.} = \frac{\text{spenn.}}{\text{motst.}}$$

Motstanden måles i ohm. **1 ohm er motstanden i en kvikksølvtråd 106,3 cm. lang og 1 mm.<sup>2</sup> i tverrsnitt ved en temperatur av 0°.**

Motstanden i en tråd av 1 m. lengde og 1 mm.<sup>2</sup> tverrsnitt er for kvikksølv 0,944 ohm, for kobber 0,017, for jern og platina 0,09, for nysølv 0,2 og for kull 40.

Opg. Finn motstanden i nysølv- og jerntråder, som er 20 m. lange og har et tverrsnitt av 3 mm.<sup>2</sup>.

Figur 3 Definisjon på motstand, spenning og strøm Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm



Figur 4 Elektrisk vind og elektrisk pistol fra en elektrisermaskin, Fysikk for middelskolen av Havig, Holmsen & Strøm

## 4.2 Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset, Bruun & Devik 1943

Elektrisitetenskapitelet i denne boka er stort og omfattende, noe som tyder på at temaet anses som viktig. Det består av 58 sider (inkludert tilleggsstoff på 8 sider). Det er tydelig at nivået i boka er høyt, og den dekker de aller fleste sidene av elektrisitetslæren som var sentralt i gjeldende læreplan av 1943.

Elektrisitetenskapitelet introduseres med overskriften *Elektrisitet ved gnidning*, her presenteres begreper som *elektrisk*, *elektrisitet*, *elektron* samt *ledere* og *isolatorer*, for å vise hva som leder elektrisitet og ikke. Videre utdypes de to typene elektrisitet, positiv og negativ, hvor deres frastøtning- og tiltrekkingsevne forklares. I denne boka omtales dette temaet som *Den elektriske kraftvirkningen og elektrisitetsatomene*. Innenfor temaet kommer naturvitenskapens struktur- og riktige forklaringer-vinkling frem. Det står om begrepet elektrisitet og dens elektriske tilstand at:

«...årsaken til den elektriske tilstand, tenker vi oss er to elektriske stoffer, som vi velger å kalle positiv og negativ elektrisitet. Vi tenker oss at disse elektriske stoffene er delt inn i bitte små deler, *elektrisitetsatomer*, ganske som andre stoffer vi kjenner...ethvert uelektrisk legeme inneholder like mange positive som negative elektrisitetsatomer. Videre mener vi at de positive elektrisitetsatomene er svært fast knyttet til de vanlige atomene. Når positiv elektrisitet beveger seg, blir den alltid båret av atomer. De negative elektrisitetsatomene, *elektronene*, kan derimot lett rive seg løs fra de vanlige atomene, og det er derfor elektronene som vandrer av sted ved de fleste elektriske forandringer» (s.106-107).

Videre forklares *influens*, *alle legemer kan bli elektriske (ved gnidning)* og *flere isolatorer*. For å beskrive disse fenomenene benyttes ebonittstang, glasstav og elektroskopet (Figur 5, side 53). Etter dette blir elektrisermaskinen beskrevet og forklart. Her er det fokus på hvordan gnister og utladning oppstår. Når elektrisermaskinen presenteres, stilles det to spørsmål: «Slike elektriske gnister, men ganske små, kan vi også få når håret vårt er tørt, og vi greier det med en ebonittkam. Forklar dette?» og «Hvis vi stiller oss på en isolert skammel, og holder fingeren på beholderen mens elektrisermaskinen går, vil håret reise seg på hodet vårt. Forklar dette?» (s. 110). Dette oppfordrer til naturvitenskapens struktur-, riktige forklaringer- og egen erkjennelse-vinkling. Dette benyttes som en naturlig overgang til å forklare fenomenet lyn og torden, samt nordlysets utseende. Det er fokus på hverdagsrelaterte sider ved disse fenomene, og begreper som *gnist*,



*utladning, lynavledere, strømmer av elektroner og jordatmosfæren* brukes for å beskrive dette. Dette er en tilnærming til en egen erkjennelse-vinkling.

Videre i boka vektlegges den mer grunnleggende teoretiske fysikken hvor tørrelementet og batteri forklares. Deres utseende, oppbygning og virkemåte beskrives ned til minste detalj (Figur 6, side 54). Begreper som *poler, ladning, spenning, volt, kondensator, serie, parallell, lommelyktbatterier* og *kortslutning* benyttes for å beskrive disse. Deretter presenteres leseren for strømmens varmevirkning og motstand. Det beskrives at lyspærene inneholder wolframtråd, denne begynner å lyse på grunn av spenningsforskjellen mellom batteripolene slik at elektronene strømmer gjennom wolframtråden. Det går en elektrisk strøm som varmer opp tråden. Motstand forklares gjennom tre eksperimenter. Her kobles det opp en krets med en lyspære hvor det varieres på lengden, tykkelsen og stoffet i lederne. Det viser seg da at lysstyrken varierer. Her er det en god blanding mellom riktige forklaringer-, vitenskapelige ferdigheter-, naturvitenskapen struktur-, men også en egen erkjennelse-vinkling.

I de neste delkapitlene gjøres det rede for ulike kjemiske virkninger med strøm. Her snakkes det om *polpapir, blyakkumulatoren, elektrolyse av oppløste metallsambindinger* og *elektrolyse av lut*. Det forklares at dette brukes for å elektrolysere, samle elektrisk strøm, forgylle og for å få vannstoff, surstoff og knallgass. Dette siste eksperimentet, elektrolyse av lut (knallgassapparater), brukes videre for å vise hvordan vi kan måle strømstyrke. Tre knallgassapparater kobles sammen, og strøm kobles til. Volumet av knallgass som blir skilt ut representerer da strømstyrken på ulike (her tre) steder i kretsen (Figur 9, side 55). Dette eksemplet benyttes for å utlede definisjonen for strømstyrke. Her gjøres det samme som ved forklaringen av motstand, teori utledes ifra eksperimenter som beskrives, naturvitenskapens struktur-vinkling er i fokus. Knallgassapparatet benyttes kun for å justere andre mer hensiktsmessige amperemeter, det typiske er varmtrådsapparatet (Figur 7, side 54).

Begreper, viktig fagstoff og lover er kursivert i teksten, slik blir det lettere å få øye på. I tillegg er det en del definisjoner i boka som skiller seg ut i teksten. En av dem er som sagt av strømstyrke: «Den praktiske enheten for strømstyrke er den strømstyrken som i 1 minutt skiller ut 10,44 cm<sup>3</sup> knallgass målt ved 0° og et trykk på 76 cm kvikksølvhøyde. Denne enheten kaller vi *en ampère*» (s. 124). Motstand defineres, det står: «En koppertråd som har 1 mm<sup>2</sup> tverrsnittsflate, har en motstand på 1 ohm når den er 58,8 m lang. Hver meter har altså en motstand på  $\frac{1}{58,8} \text{ ohm} = 0,017 \text{ ohm}$ » (s.119). I tillegg til kompleksiteten rent matematisk, er

dette også en definisjon som krever bruk av knallgassapparater som ikke er praktisk eller uten risiko. Dette er tydelig en riktige forklaringer-vinkling og solid grunnlag-vinkling.

Både motstand og strømstyrke er nå beskrevet, men spenning er omtalt litt her og der i boka, men er ikke tildelt et eget delkapittel foruten *Spenningsmåling*. Videre følger så ohms lov som defineres gjennom to lover (s. 126):

1. *Holder vi motstanden uforandret, øker strømstyrken (I) til det dobbelte når spenningen (V) øker til det dobbelte.*
2. *Holder vi spenningen uforandret, minsker strømstyrken (I) til det halve når motstanden (R) øker til det dobbelte*

Dermed ender vi opp med:  $I = \frac{V}{R}$ , av denne ligningen følger at  $V = R I$ . Riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinkling er fremtredende i disse eksemplene. Dette benyttes til å gi en forklaring på hvordan spenning måles. For å gjøre dette benyttes samme apparat som for å måle strømstyrken. Her kommer nytteverdien av varmtrådsapparatet frem, og dette gir uttrykk for både vitenskapelige ferdigheter-, naturvitenskapens egenart- og egen erkjennelse-vinkling.

*Effekt og arbeid* er det neste som beskrives. Man møter definisjon: «Arbeidet pr. sekund som strømmen gir, kaller vi strømmens *effekt*, og vi måler den i *watt* (W)» (s. 128). Det vises et eksempel på hvordan effekt-verdien kan regnes ut, og forholdet mellom enheter som W, kW, kWh og hestekraft. Her er klare definisjoner, matematiske utledninger og benevninger i fokus. Det presenteres en analogi som visualiserer styrken på spenningen, strømmen og effekten (Figur 8, side 55). Her er også definisjoner, matematiske utledninger og benevninger i fokus for å belyse at: «Styrken og spenningen på strømmen kan vi sammenlikne med vannføringen og fallhøyden i en foss, og effekten og arbeidet som strømmen gir, kan vi sammenlikne med den effekten og det arbeidet vannet gir når det faller utenfor fossen» (s. 128). Slike naturfaglige begreper og matematiske beregninger møter man generelt sett gjennom hele kapitlet. Leseren blir presentert for komplekse og abstrakte elementer. Dette er et eksempel til som har riktige forklaringer-vinkling og solid grunnlag-vinkling.

Etter dette står elektromagnetisme for tur, det første som beskrives er *Strømmens magnetiske virking*, hvor høyrehandsregelen blir forklart, og at en strømløder har kraftvirkning på en magnet. Det var dansken Ørsted som oppdaget dette i 1820. Utenom dette gjøres det rede for *Kraftvirkning på en strømløder fra en magnet, strømspoler og elektromagneter*. Her er det egen erkjennelse-vinkling som er i fokus.

De resterende 24 sidene i kapitelet tar for seg tekniske innretninger og apparater som er utviklet og utnytter de fysiske fenomenene, som er presentert tidligere i kapitelet, samt noen få «nye» prinsipper. Jeg nevner her overskriftene som representerer de resterende sidene i kapitelet, men jeg beskriver de ikke i detalj:

|                                    |  |                                |
|------------------------------------|--|--------------------------------|
| <i>Vertikalgalvanometer</i>        | <i>Kompassgalvanometer</i>                               | <i>Dreiespoleinstrument</i>    |
| <i>Bløtjerninstrument</i>          | <i>Ringeapparat</i>                                      | <i>Telegraf</i>                |
| <i>Telefon</i>                     | <i>Elektriske glødelamper</i>                            | <i>Andre elektriske lamper</i> |
| <i>Elektriske vannvarmere</i>      | <i>Induksjonsstrøm</i>                                   | <i>Vekselstrømsdynamo</i>      |
| <i>Likestrømsdynamo</i>            | <i>Elektromotorer</i>                                    | <i>Transformator</i>           |
| <i>Trefase vekselstrøm</i>         | <i>Likerettere</i>                                       | <i>Radio</i>                   |
| <i>Røntgenstråling</i>             | <i>Elektrisk installasjon – materiell for sterkstrøm</i> |                                |
| <i>Vekselstrømmens periodetall</i> | <i>Elektriske strykejern og kokeplater</i>               |                                |

Denne siste halvdel fremstår som en ryddig presentasjon av nyttige menneskeskapt elektriske innretninger, hvor deres oppbygning og funksjon beskrives. Det nevnes hva enkelte innretninger bestod av før og hvorfor de ble endret, samt hvem som står bak enkelte oppfinnelser. Det samme gjelder for lyn, torden og strømmens magnetiske virkning, hvem som fant ut dette, når dette ble funnet ut og hvordan denne forståelsen har utviklet seg frem til i dag (1943) nevnes. Dette tyder på en egen erkjennelse-vinkling. Innenfor Elektrisk installasjon – materiell for sterkstrøm presenteres blant annet *strømbrytere*, *sikringer* og *radiorøret*. Under *Induksjonsstrøm*, så benyttes tidligere forklarte fenomener og innretninger som magnet, strømspole og galvanometer, for å forklare hvordan vi kan indusere strøm. Under *Bløtjerninstrument* gis det oppgave om at man skal drøfte hvorfor dette kan brukes for både likestrøm og vekselstrøm (uten at disse begrepene blir forklart noe nærmere). Bruksområdet og nytteverdien av elektrisitet kommer tydelig frem. Presentasjonen av alle disse innretningene og apparatene viser i all hovedsak til riktige forklaringer-vinkling og egen erkjennelse-vinkling, men også et snev av mestre hverdagen-vinkling.

Mestre hverdagen-vinklingen kommer frem i snever grad andre steder i boka også. Blant annet i delkapitlet *Elektrolyse av lut*, så poengteres det flere ganger elementer ved dette eksperimentet som er farlig, og hva man må passe seg for når dette og lignende eksperimenter gjennomføres. Man skal blant annet ikke ta på reagensrøret som har stått i luten, og man må være forsiktig når man behandler knallgass. Dette er for øvrig elementer som også hører til en

vitenskapelige ferdigheter- og ikke minst solid grunnlag-vinkling. Elevene blir forberedt for å bedrive naturvitenskap videre i livet.

Ut ifra Tabell 4 er det tydelig at denne boka inneholder en mengde figurer, 70 figurer totalt fordelt på 58 sider. De fleste av figurene i boka er enkle å tyde og oversiktlige, de er realistiske representasjoner av det de skal vise. Figurenes oppbygning er ofte nøye beskrevet i teksten og de fungerer i all hovedsak som utgangspunkt for å beskrive fysikken som ligger bak. Noe som indikerer riktige forklaringer-vinkling. Dette gjøres i flere tilfeller ved at figurene er utgangspunktet for eksperimenter som gjennomføres i teksten. I de fleste tilfellene er det menneskeskapte apparater som er utviklet for å påvise ulike fysikkfaglige poenger. De er ikke ment å være nyttige for å mestre hverdagen, eller for å bidra til elevaktivitet. De er ment til bruk i demonstrasjonsforsøk, eksempelvis for å påvise/måle strøm. Eksempler på dette er elektrisermaskinen og elektrokopet (Figur 5, side 53). Noen av forsøkene krever et spesifikt og nøyaktig oppsett. Et eksempel på dette er når man skal måle strømstyrke ved hjelp av tre knallgassapparater (Figur 9, side 55). Her beskrives oppsettet og gjennomføringen av dette svært nøye, og det kommer tydelig frem at det må være nøyaktighet i variable faktorer i oppsettet. Forfatterne i boka gjør leseren deltagende i disse eksperimenterende beskrivelsene, ved å bruke ord som henvender seg til og inkluderer leseren. I tillegg til dette er det også noen steder i boka det gis forslag til aktiviteter elevene selv kan gjøre. I avsnittet hvor tørrelementer behandles legger de opp til at elevene selv kan «forske» på, og undersøke et tørrelement (Figur 6, side 54). Alle disse elementene bidrar til en vektlegging mot naturvitenskapens struktur-vinkling, vitenskapelige ferdigheter-vinkling og solid grunnlag-vinkling.

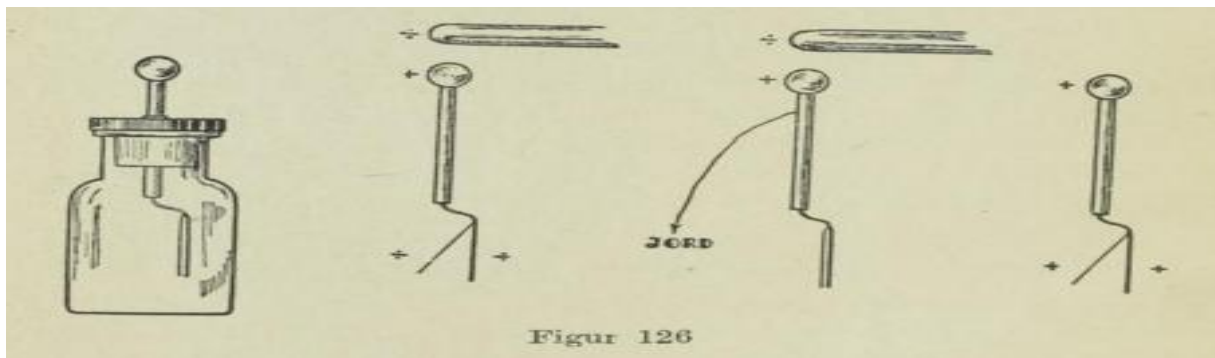
Et annet eksempel hvor det kommer tydelig frem hvordan naturvitenskapens struktur fungerer, og egen erkjennelse-vinklingen kommer frem, er når strømretningen beskrives:

Tidligere mente en at både den positive og negative elektrisiteten strømte gjennom ledningstrådene, og fysikerne ble enige om å kalle den retningen som den positive elektrisiteten går i, for *strømmens retning*. Men det har vist seg at det bare kan være den negative elektrisiteten, elektronene, som flytter seg i en metalltråd, og den retningen disse går i, er altså egentlig «strømmens retning». Men vi beholder allikevel den gamle definisjonen på strømretningen (s. 117).

Ellers møter man flere steder i boka ordene «vi mener at...», noe som tyder på usikkerhet i det som presenteres. Et eksempel på dette kan vi se når strømmens varmekvirkning forklares, her

står det: «Denne *elektriske strømmen* har altså evne til å *varme* opp wolframtråden. En mener at det er elektronene som støter mot atomene i tråden og setter dem i raskere svingninger» (s. 117). Dette viser at det er vi mennesker som konstruerer og utvikler denne kunnskapen, og denne kunnskapen er tentativ. Dette er en naturvitenskapens struktur-vinkling samt riktige forklaringer-vinkling.

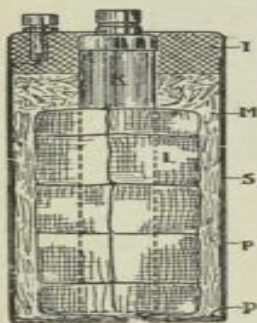
Helt til slutt i kapitlet er det åtte sider med tilleggsstoff. Dette inneholder en utdypning av Radioen, nærmere bestemt *Mer om radorøret*. Radorøret ble kort beskrevet under *Radio*, som var en av overskriftene på de 24 sidene med innretninger og apparater som ble behandlet. I dette tilleggsstoffet er radorørets virkemåte og funksjoner detaljer beskrevet. *Radorørets karakteristikk*, *Radorøret som forsterker*, *Radorøret som likeretter* er det som blir presentert før *Radiobølger*, *Bølgelengde*, *Radiosender*, *Mottakere for radiobølger* følger etter. Før det aller siste vi møter *Induktor* blir beskrevet. Disse sidene går dypere inn i stoffet, med mye detaljert faktakunnskap. Hovedvekten her er på riktige forklaringer-vinkling og solid grunnlag-vinkling.



Figur 5 Elektroskopet og hvordan det fungerer, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik

### Tørrelementet.

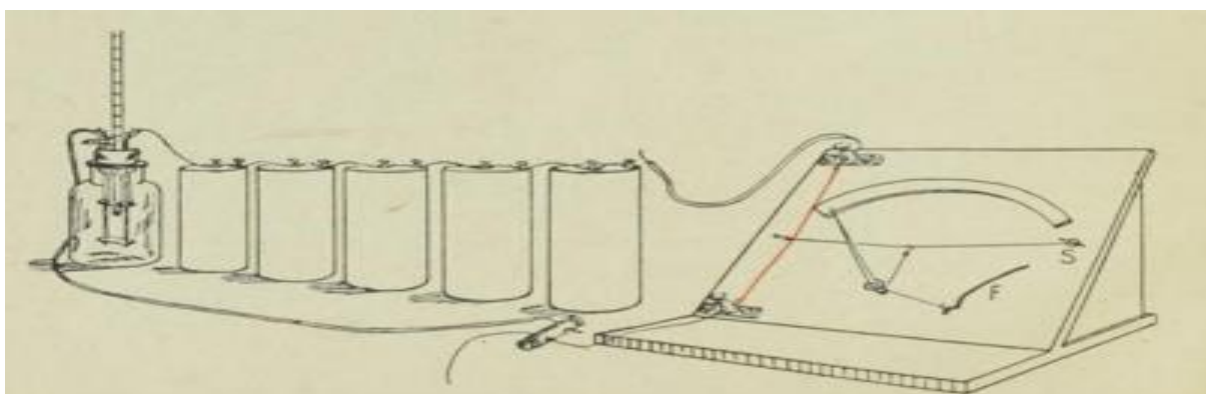
Figuren nedenfor viser et snitt av et tørrelement. En kullstav *K*, står i en sinkboks *S*. Omkring kullstaven er det brunsteinpulver som blir holdt sammen av en lerretspose *L*. Rommet mellom sinken og posen er fylt av salmiakkoppløsning som er tilsett et limstoff og sudd inn i sagmugg eller tykk, porøs papp. Under posen, mellom denne og sinken, ligger et pappstykke *P*. Sinkboksen er helt lukket oventil med et bekaktig, isolerende lag *I*. Mellom dette laget og posen er det tørr sagmugg *M*. Sinken og kullstaven står oventil i forbindelse med hver sin klem-skrue. Disse kaller vi *polene* på elementet. Hele sinkboksen er utvendig kledd med papp, *p*.



Figur 131

Riv i stykker et utbrukt tørrelement og finn alle delene i det. Legg også merke til at sinken er delvis tært i stykker.

Figur 6 Figur og beskrivelse av tørrelementet, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik

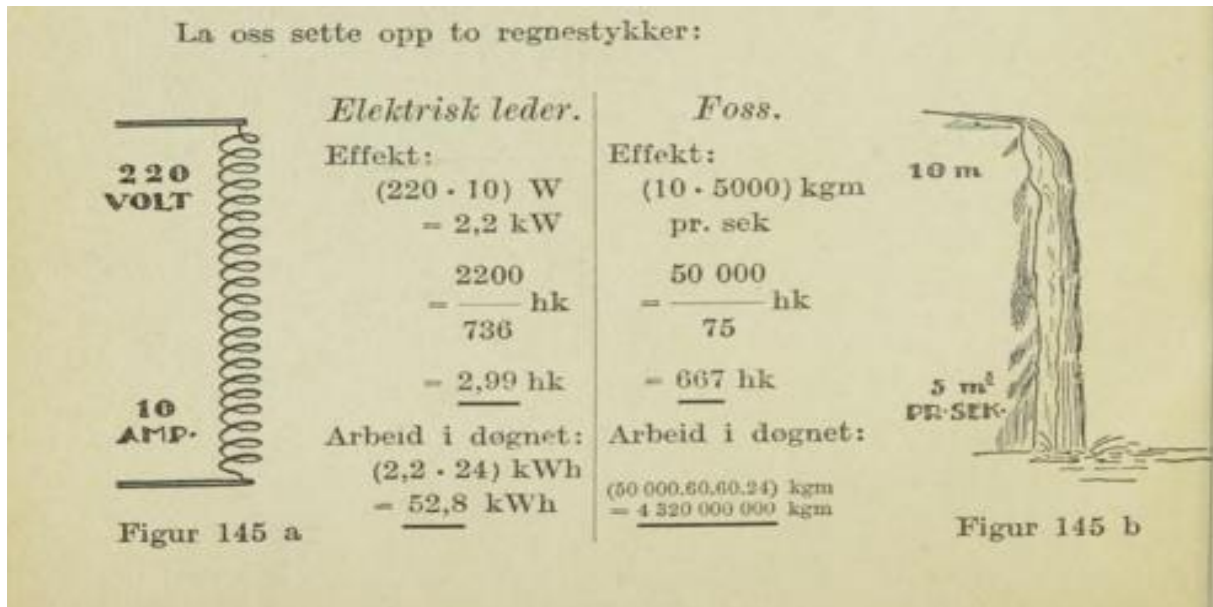


Figur 142

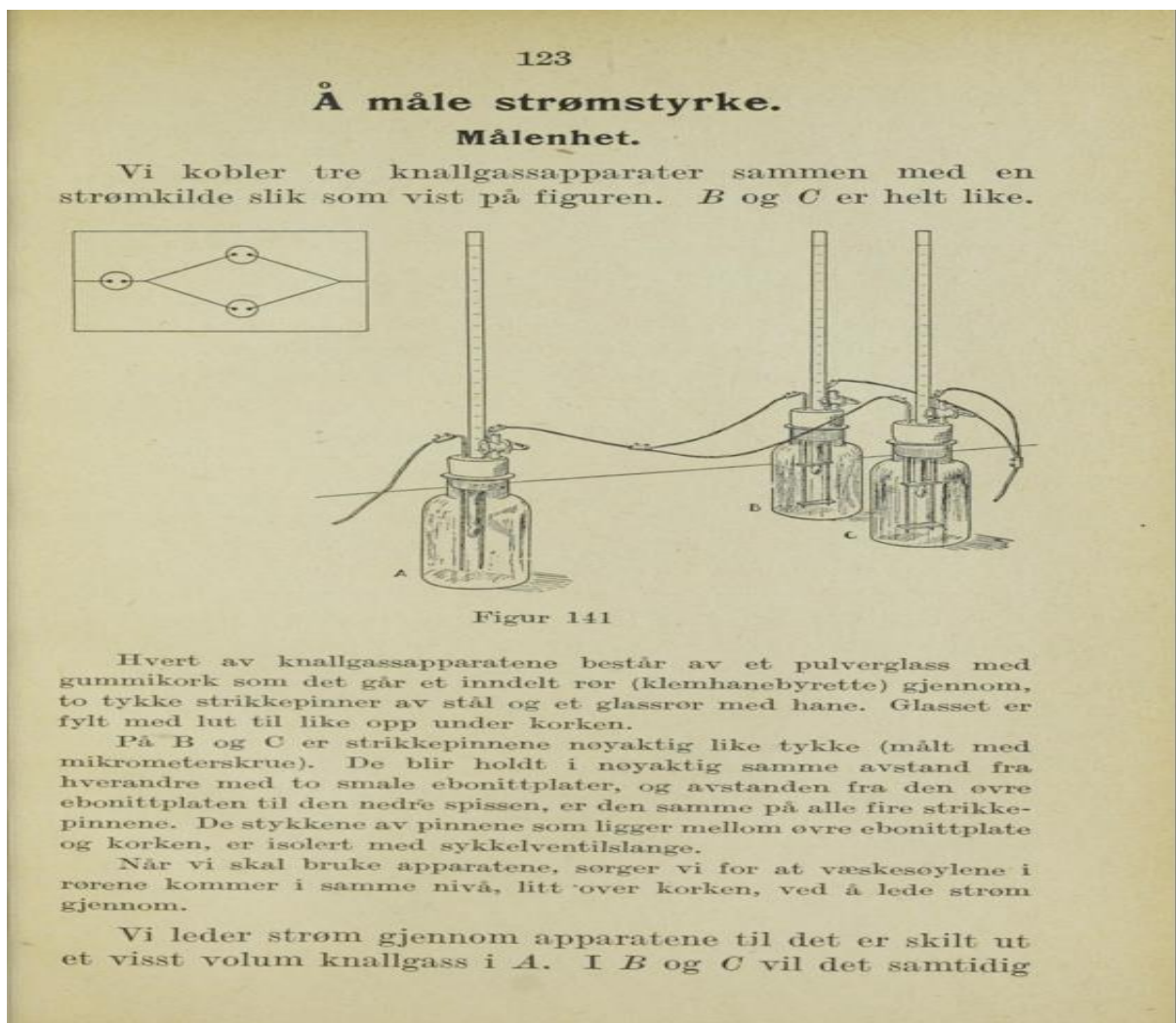
På det varmtrådsapparatet som er tegnet i figur 142, er viseren festet til en sylinder. Denne kan dreie seg om en glatt tapp. Mellom motstandstråden og skruen *S* er det strukket en sterk tråd. Fra midten på denne tråden til fjæra *F* er det også strukket tråd. Denne er viklet én gang rundt sylindere. Når det går strøm gjennom motstandstråden, og denne vider seg ut, blir viseren dreid mot høyre.

Hvis viseren ikke står på 0-streken når vi skal bruke apparatet, kan vi få viseren på riktig plass ved å dreie skruen *S*. Når vi skal lese av på skalaen, banker vi ganske lett på treplaten som trådene er spent over.

Figur 7 Figur og beskrivelse av varmtrådsapparatet, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik



Figur 8 Analogi av effekt og arbeid med vannføring og fallhøyde i en foss, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik



Figur 9 Måling av strømstyrke med knallgassapparater Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset av Bruun & Devik

### 4.3 FYSIKK/KJEMI 7 og 8, Brandt & Frøshaug 1976

Boka FYSIKK/KJEMI 7 og 8 er utviklet til bruk for og bygd opp etter Mønsterplan for grunnskolen av 1974. Boka inneholder to kapiteler som tar for seg elektrisitetens læren. Det første heter «Elektrisitet» og det andre heter «Elektrisitet og magnetisme», jeg presenterer resultatene i denne rekkefølgen. Allerede i forordet skriver forfatterne hva de ønsker at elevene skal lære om elektrisitet. For det første skal boka gi elevene forståelse av elektrisitetens betydning for vår oppfattelse av stoffenes oppbygning, og deres kjemiske reaksjoner. For det andre skal elevene lære om elektrisitetens praktiske anvendelser i dagligliv og samfunnsliv. Her beskrives også at demonstrasjoner og øvinger skal i så stor grad som mulig benyttes som første innføring i stoffet. Dette for at elevene selv skal kunne trekke slutninger av egne eksperimenter, før de kjenner til lovene de skal finne. Dette er en vektlegging av eksperimentell basis for kunnskap. I boka er det markert med **Elevøving** i marginen der hvor slike aktiviteter egner seg. Noen er av sikkerhetsmessige grunner, slik at læreren må stå for eksperimentet, markert med **Demonstrasjon**. Allerede her ser man en naturvitenskapens struktur-vinkling.

Kapitlet *Elektrisitet* kan sies å omhandle det grunnleggende fagstoffet og begrepene innenfor elektrisitetens læren. Det introduseres med *Elektriske ladninger*, gjennom eksempelet at vi kan få små gnister av elektrisitet gjennom at en kam er blitt elektrisk. Ulike stoffer kan bli elektriske gjennom at de blir gnidd. *Nylon, lakkstang, ebonittstang, silkefille* og *ullklut* benyttes for å tilnærme seg temaet statisk elektrisitet. Videre blir begreper som *elektrisk ladning, frastøtning* og *tiltrekning* presentert (Figur 10, side 61). Helt til slutt under overskriften *Elektriske ladninger*, står det: «Det er altså to slags elektrisitet, ebonittelektrisitet og glasselektrisitet. Ebonittelektrisiteten har man kalt negativ elektrisitet, og glasselektrisiteten har man kalt positiv elektrisitet» (s. 41-42). Det neste man møter er *Hvordan oppstår elektriske ladninger?* Her beskrives atomenes oppbygning, med positivt ladde atomkjerner og negativt ladde elektroner, og at atomer oftest er nøytrale. Men av og til går elektronene på vandring, et eksempel på hvordan dette foregår forklares ved hjelp av de tidligere eksemplene med glasstanga og ebonittstanga. For å gjøre nærmere undersøkelser på ladninger presenteres, *Elektroskopet* (Figur 11 og 12, side 61) som et instrument for dette. Dette benyttes for å bevise *ledere og isolatorer*. Det vektlegges altså igjen eksperimentelt arbeid for å fremme kunnskapen, og naturvitenskapens struktur- og riktige forklaringer-vinklingene er i gjensidig samspill her.



*Elektrisk strøm, Elektriske Strømkilder og Elektrisk strøm kan gi varme og lys* er de neste elementene som presenteres. Her forklares hva strøm er, hvordan denne oppstår, hvordan en lyspære lyser, og både den fysikale og konvensjonelle strømretningen beskrives. Det gjøres rede for at den strømmen vi bruker i dagliglivet får vi enten fra *elektriske elementer* eller *generatorer*, og det gis eksempler på hvordan dette utnyttes. Her er riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinklingene de mest fremtredende, men egen erkjennelse-vinklingen er også tilstede. Det forklares videre at forsøkene som presenteres i boka blir gjort ved å bruke elementer. Det står: «Du kan godt gjøre forsøk med elementer og batterier som strømkilder. Det er ikke farlig. Men du må aldri gjøre forsøk med stikkontakter hjemme som strømkilde. Det er livsfarlig» (s. 45). Noe som gjør at det også er en vitenskapelige ferdigheter-vinkling, samt mestre hverdagen-vinkling her.

Elektrisk strøm er forklart ut ifra elektroskopet, og man møter videre *Elektrisk strømkrets*. En enkel strømkrets beskrives ved hjelp av et *koplingskjema*. Koblingskjemaer benyttes i mange eksempler videre i boka. To eksempler på hvordan disse ser ut er vist i figur 13 og 14 (Side 61 og 62). Dette er også ett av stedene en elevøving foreslås, denne øvelsen innebærer å koble opp sin egen krets med et element, to ledninger og en lommelykt-pære. Her kommer altså kretslæren inn. Vitenskapelige ferdigheter-vinklingen er tydelig. Et slikt koplingskjema forklares nærmere ved hjelp av en vannmodell-analogi (Figur 13, side 61), noe som viser at elevene skal få forståelse av disse skjemaene. Den vitenskapelige ferdigheter-vinklingen har som hensikt å oppnå riktige forklaringer-vinkling og solid grunnlag-vinkling.

Denne analogien benyttes videre for å forklare *Elektrisk spenning* og det defineres i en definisjons boks, som skiller seg fra resten av teksten ved at den har en rødrosa farge (Figur 15, side 62). Spenning defineres slik: «Den elektriske spenningen driver strømmen gjennom en leder. Den elektriske spenningen måles i volt, og instrumentet kalles et voltmeter» (s. 46). Definisjonen på strøm og resistans presenteres også i slike bokser. Her står det blant annet: «Elektronene strømmer fra den negative polen til den positive polen» (s. 44), «En elektrisk strøm går fra den positive polen til den negative polen» (s. 44), «Resistansen i en leder er 1 ohm når en spenning på 1 volt sender en strøm på 1 ampere gjennom lederen» (s. 49) og «Spenningen er lik resistansen ganger strømmen» (s. 50). I det første kapitlet *Elektrisitet* som er på litt over 10 sider, er det 13 slike definisjonsbokser, i tillegg er begreper kursivert i teksten. Dette er i all hovedsak en riktig forklaringer-vinkling.

De aller fleste av disse beskrivelsene og definisjonene støtter seg på figurer som visualiserer det som presenteres. Et eksempel er vist i figur 14 (Side 62). Denne skal bidra til å beskrive at *Resistans* er et mål på motstanden i en krets. Dette eksperimentet gir at: «Jo større resistansen er, desto mindre er strømmen» (s. 48). I figurteksten her står det at «Når vi kobler to lamper etter hverandre, sier vi at de er koplet i serie» (s. 48). Dette leder til presentasjonen av *Ohms lov*. Denne tar utgangspunkt i de to setningene som vi har lært:

1. Jo større spenningen er, desto større er strømmen.
2. Jo større resistansen er, desto mindre er strømmen.

Disse setningene settes så opp mer nøyaktig og samlet i formelen  $I = \frac{U}{R}$ . Bokstavene forklares og ulike utledninger av formelen vises ( $U = RI$  og  $R = \frac{U}{I}$ ). Denne formelen bevises gjennom enkle utregninger, og det sies til slutt at man kun trenger å huske  $U = RI$ . Igjen benyttes eksperimenter og naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter-vinkling som utgangspunkt for å oppnå riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinkling. Helt til slutt i dette kapitlet presenteres et kort sammendrag av det som er gjennomgått.

Det første kapitlet tar altså for seg grunnleggende teorier innenfor elektrisitetens læren. Gjennomgående for dette kapitlet er fysikkfaglig informasjon, hvor lover, teorier og begreper står sentralt. Det er mye av denne informasjonen som forklares for det første ut ifra et eksperimenterende syn. Beskrivelsene tar utgangspunkt i enkle øvelser som «gjennomføres» i teksten for å bevise den fysikken som formidles. Det er flere figurer som har den samme oppgaven. To av figurene viser blant annet en hånd som utfører en handling, som gjør elevene deltagende. Et annet eksempel er visualiseringen av elektroskopet (Figur 11 og 12, side 61). Elevøvinger og demonstrasjoner foreslås også. Naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter-vinkling, som ofte benyttes får å tilnærme seg solid grunnlag- og riktige forklaringer-vinkling er å identifisere her.

Det neste kapitlet *Elektrisitet og magnetisme* tar innledningsvis for seg generelle egenskaper ved magneter. Etter hvert kommer vi derimot inn på *Strømmens magnetiske virkning* hvor begreper som *spole*, *magnetnål* og *elektromagnet* benyttes. *Elektromagnetisk induksjon* beskrives ved hjelp av det tradisjonelle eksempelet med en spole som kobles til et amperemeter, for så å bevege en magnet i spolen, dette med tilhørende beskrivende figur (Figur 16, side 62). Her oppfordres det til en elevøving. Etter dette beskrives *Vekselstrøm*, *likestrøm* og

*Transformatoren* med påfølgende avsnitt med overskriftene *Transformatoren kan forandre vekselspanning* og *Hva nytte gjør transformatoren?* Hvor og hvordan den strømmen vi bruker kommer fra, *vekselstrømsgeneratoren*, beskrives også. Det beskrives hvordan en slik generator ser ut, hva den består av og hvordan den fungerer. Det nevnes at i Norge er det vannkraft som driver disse generatorene. I første omgang er det hovedsakelig en riktige forklaringer- og egen erkjennelse-vinkling som er å se her, denne tar her utgangspunkt i små innspill av vitenskapelige ferdigheter- og naturvitenskapens struktur-vinkling..

Påfølgende gjøres det rede for elektrisk effekt, og hvordan vi måler elektrisk energi og effekt, her står det:

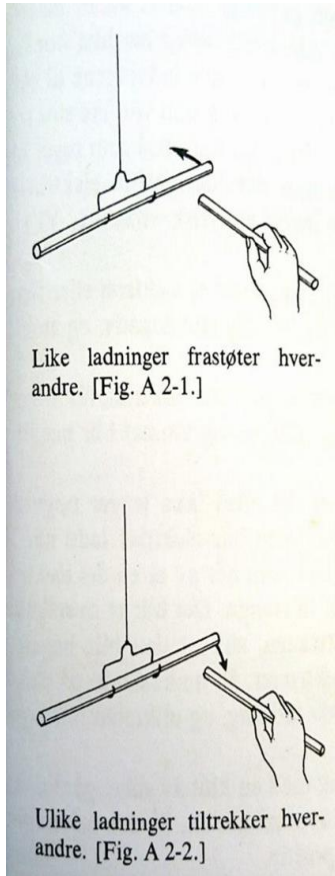
Elektrisk effekt måler vi i watt, som vi skriver W. 1000 watt kaller vi 1 kilowatt, som vi skriver kW. Elektrisk energi måler vi i joule. I elektrisitetens læren kaller vi ofte joule for *wattsekund*, som vi skriver Ws. 3 600 000 Ws er 1 kilowatt-time, som vi skriver kWh (s. 84).

Videre gis det eksempler på hvor disse definisjonene og matematiske formlene kan brukes, eksempler som trekkes frem er lyspære, strykejernet og varmeovn. Om strykejernet står det: «Den energien som strykejernet bruker i ett sekund, er 400 Ws. Er strykejernet koblet inn i 50 sekunder, bruker det en energimengde på  $50 \cdot 400 \text{ Ws} = 20\,000 \text{ Ws} = 20\,000 \text{ J}$ ». Ved at det benyttes elektriske apparater som elever har et kjennskap til, er menneskeskapt og har en nytteverdi, viser dette mestre hverdagen- og egen erkjennelse-vinkling. Men i størst grad er det defineringer av begreper, matematiske enheter og utregninger som vektlegges her, noe som tilsier en riktige forklaringer-vinkling og solid grunnlag-vinkling.

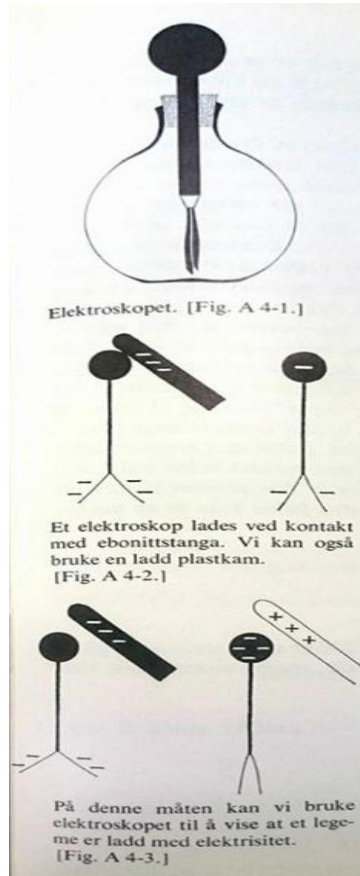
Med utgangspunkt i det foregående følger neste overskrift *Fra vassfallet til stikkontakten*. Her møter vi begrepene *stillingsenergi*, *bevegelsesenergi*, *vekselstrømsgenerator*, *likestrømsgenerator*, *elektrisk energi*, *elektromagnet*, *transformator*, *vekselstrøm* og *likestrøm*. Vekselstrøm og likestrøm er ikke omtalt i det første kapitlet, her er det kun elementer og batterier som behandles. Figur 17 (Side 63) viser hvordan veien fra vannfallet til stikkontakten visualiseres i boka. I beskrivelsen av strømmens vei fra vannfallet til stikkontakten oppsummeres de foregående elementene i dette kapitlet. Videre følges veien ifra stikkontakten og videre inn i huset, dette beskrives ved hjelp av en skjematisk oversikt over et typisk elektrisk anlegg i hjemmet (Figur 18, side 63). I figurteksten til denne oversikten står det: «Stikkontaktene og lampene er koplet parallelt» (s. 87). Ellers lærer man her om elektrisk materiell man finner i huset, blant annet *strømbryter*, *stikkontakt*, *sikringer*, *hovedbryter*, *kurser*

og *koplingsboks*. Hvor de tre førstnevnte blir forklart nærmere i egne avsnitt med tilhørende figurer. Hovedvekten av stoffet som presenteres har riktige forklaringer- og solid grunnlagvinklinger. I tillegg blir det forklart hva kortslutning og overledning, og risikoene ved dette. Dette kapitelet gir generelt sett en rekke indikasjoner på at man må være forsiktig når man har med elektrisitet å gjøre. Helt til slutt oppsummeres og tydeliggjøres dette ved at det presenteres *Ti forsiktighetsregler* (Figur 22, side 65). Disse elementene indikerer mestre hverdagen- og egen erkjennelse-vinkling. Disse vinklingene kommer tydelig gjennom det siste bildet (Figur 19, side 64) som presenteres i dette kapitelet. Mestre hverdagen-vinklingen kommer til uttrykk ved at det er avbildet ulike symboler som man møter på apparater som drives av elektrisitet. Dette gjelder for symbol for vekselstrøm, likestrøm og godkjenningsmerket fra NEMKO (Figur 20 og 21, side 64). Disse eksemplene faller også innenfor henholdsvis vitenskapelige ferdigheter-, riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinkling.

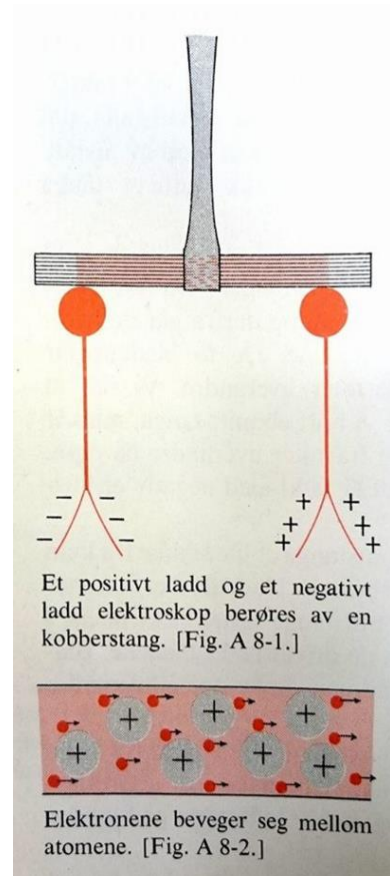
Generelt sett har det andre kapitelet mer fokus på elektrisitet i hverdagen. Flere av figurene, samt analogiene som presenteres, eksempelvis figuren av skjematisk oversikt over det elektriske anlegget hjemme, stikkontakter og vannmodellanalogen for strøm, representerer noe elevene kjenner igjen. Det er generelt mer fokus på det å presentere elektrisitetslæren gjennom eksempler som vi mennesker omgås daglig. På denne måten er mestre hverdagen- og egen erkjennelse-vinklingene mer vektlagt enn i det første kapitelet, selv om det historisk og kulturelle perspektivet er lite representert. I kombinasjon med disse vinklingene ser man også riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinkling, men det er vesentlig færre antall definisjonsbokser (2 fordelt på 12 sider) og lignende i dette kapitelet.



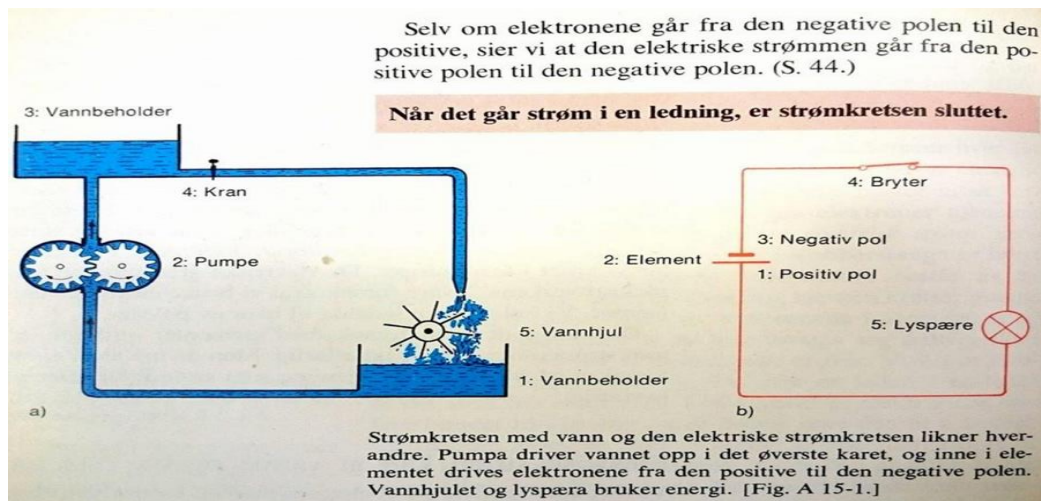
Figur 10 Ladningers frastøtning og tiltrekning, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug



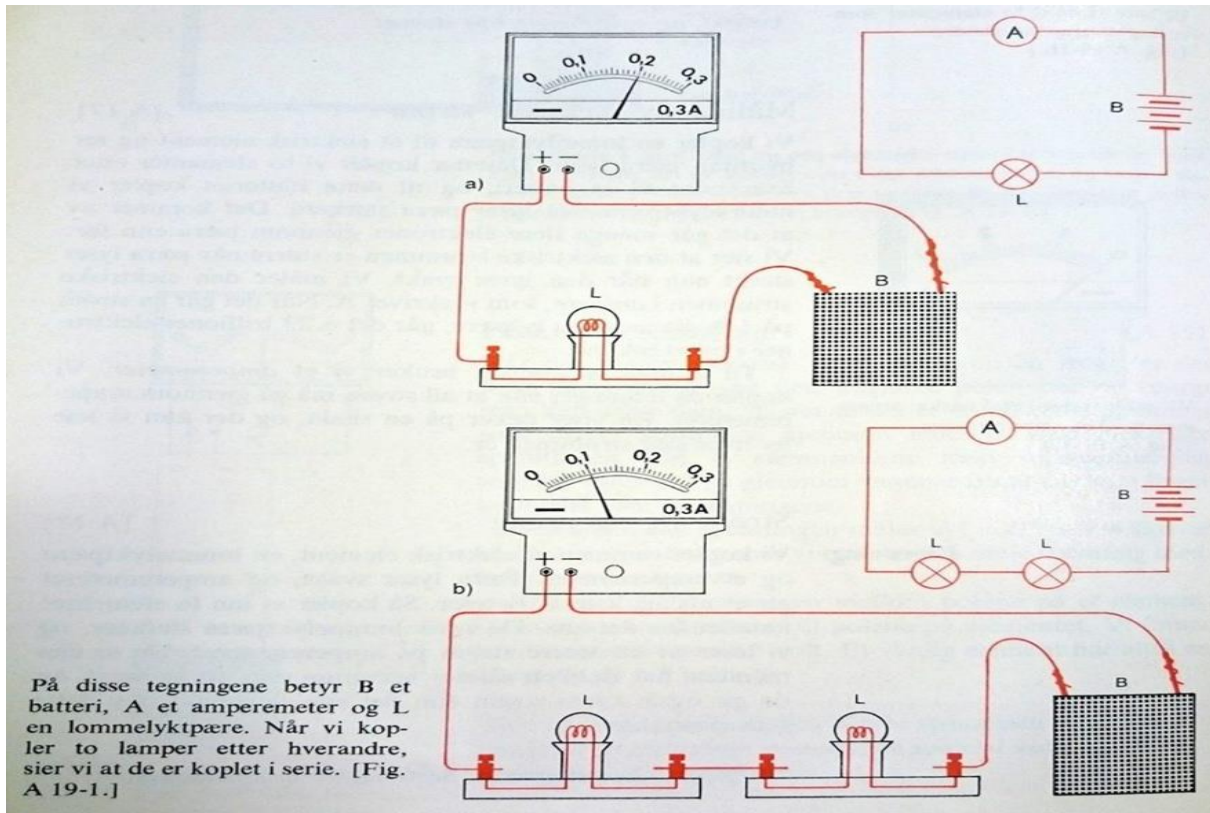
Figur 11 Visualisering og beskrivelse av elektroskopet, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug



Figur 12 To elektroskoper for å få elektroner til å vandre, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug



Figur 13 Vanmodellologi, sammenligning med strømkrets, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug

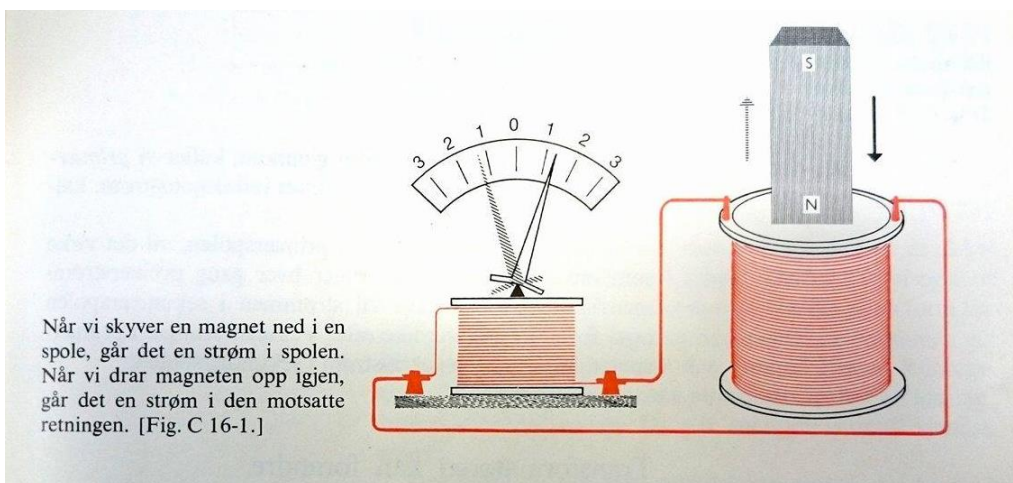


Figur 14 Elektriske kretser for å bevise resistans, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug

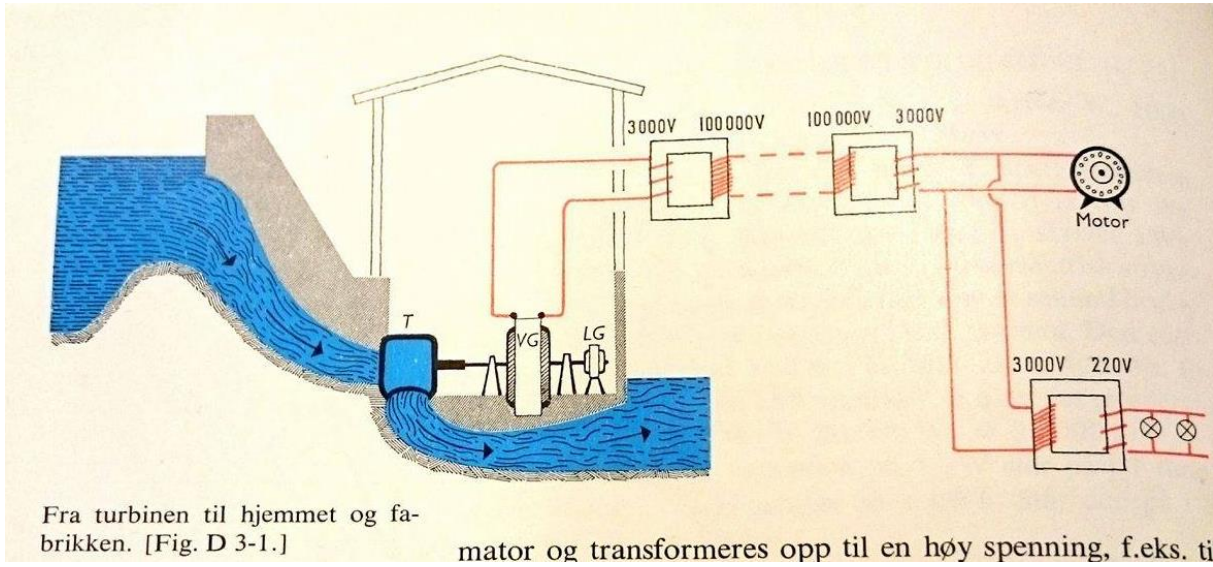
Av forsøkene ser vi:

**Det virker krefter mellom elektriske ladninger. Legemer med samme slags elektrisitet frastøter hverandre. Legemer med forskjellig slags elektrisitet tiltrekker hverandre.**

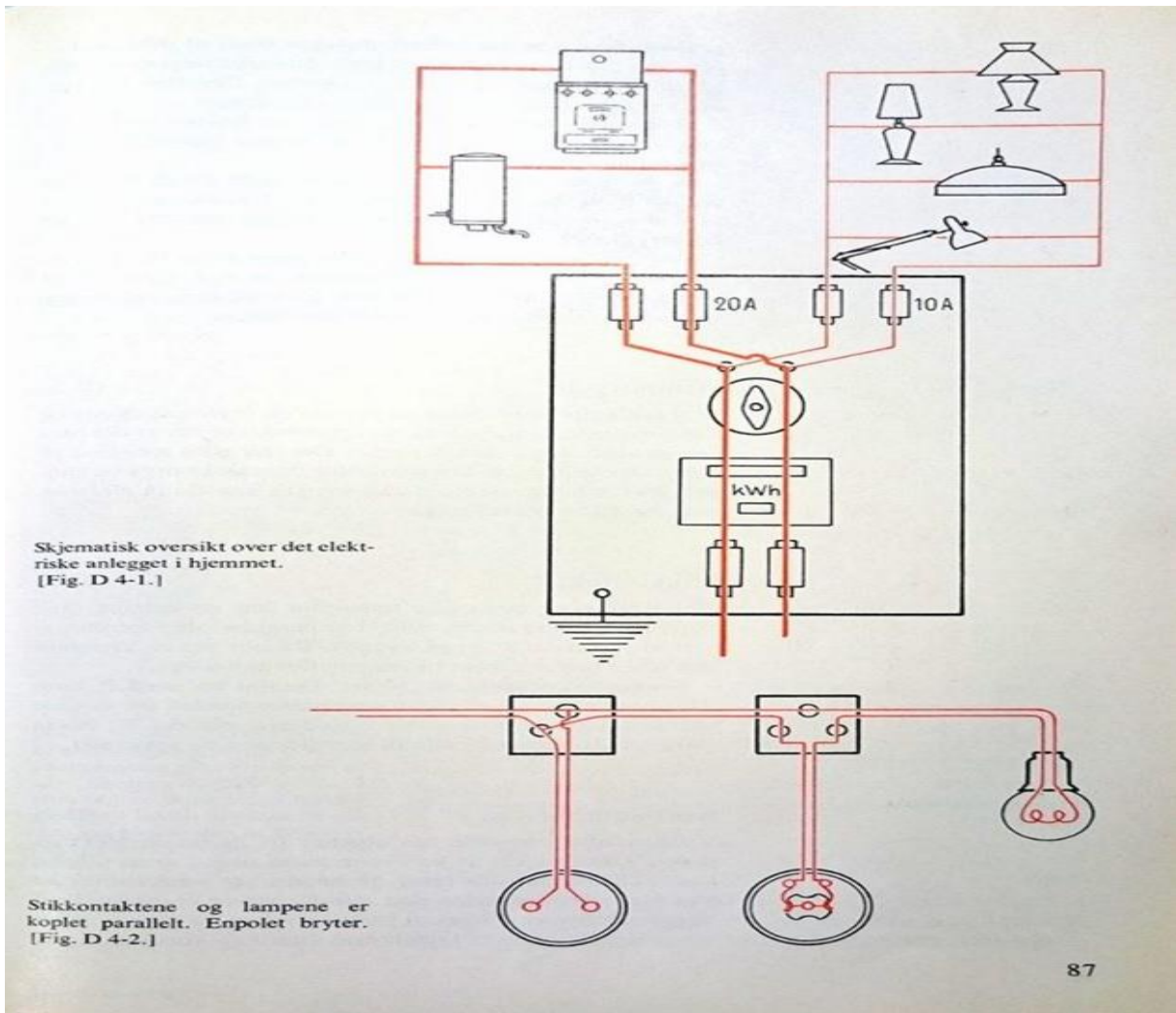
Figur 15 Eksempel på definisjonsboks, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug



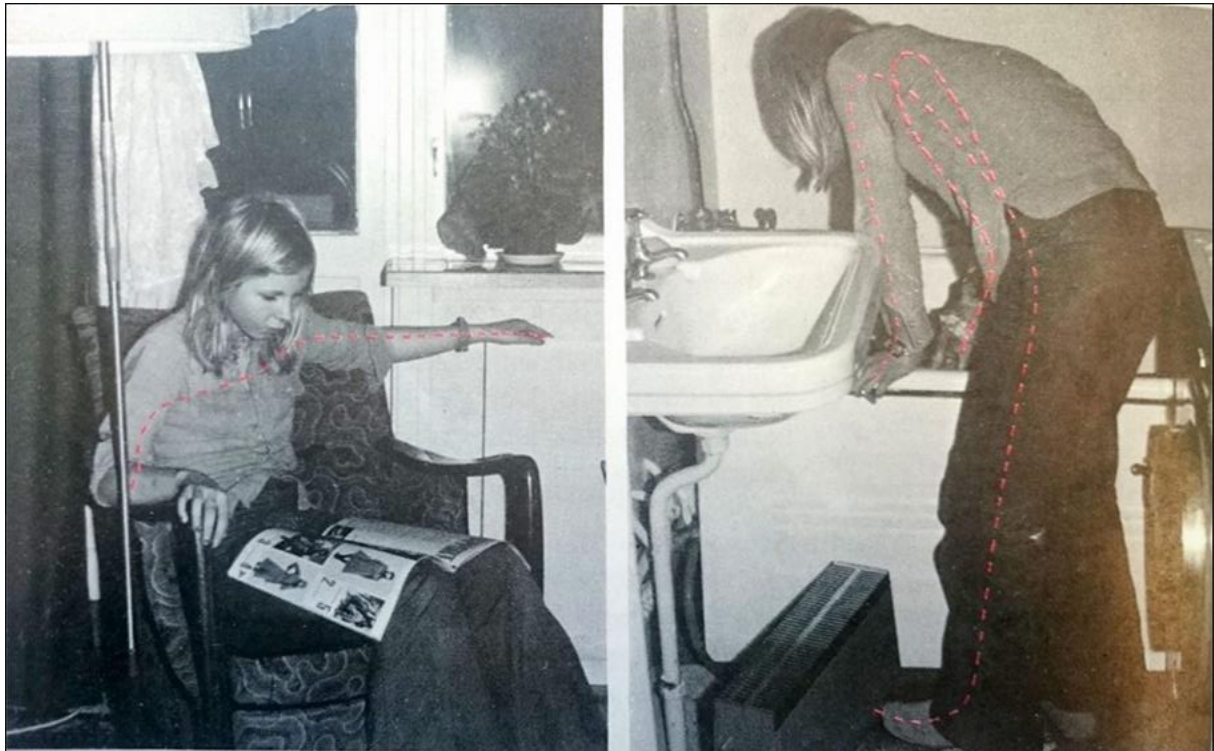
Figur 16 Figur som viser elektromagnetisk induksjon, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug



Figur 17 Skjematisk tegning av veien fra vassfallet til stikkkontakten, FYSIKK/KJEMI 7og8 av Brandt & Frøshaug



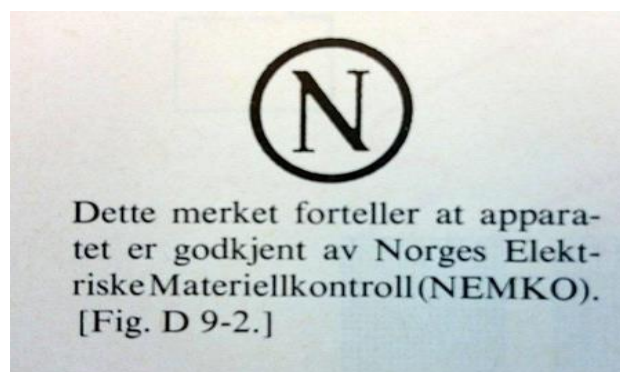
Figur 18 Skjematisk tegning av veien fra stikkkontakten og videre inn i huset, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug



Figur 19 Visualisering av overledning og eksempler på hva man må være forsiktig med, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug

Det fins også apparater som kan brukes bare når det er likestrøm. På disse apparatene står det et merke =, som betyr likestrøm. Vekselstrømsapparatene har merket  $\sim$ . Apparater som har merket  $\cong$ , kan brukes både ved vekselstrøm og likestrøm.

Figur 20 Merking av vekselstrøms- og likestrøms apparater, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug





Figur 21 Godkjenningsmerket av NEMKO, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt & Frøshaug



1. *Bruk bare apparater og materiell som er godkjent for formålet (brukmåte og sted).*
2. *Hold anlegg og apparater i god stand, og få øyeblikkelig enhver feil rettet av elektroinstallatør.*
3. *La aldri barn fingre med det elektriske anlegget.*
4. *Slå strømmen av med hovedbryteren når huset er ubebodd i lengre tid.*

**Unngå støt!**

5. *Unngå berøring av vannkran, vask, radiator, vannledning, gassrør, telefon, radioapparat og andre ting som kan ha ledende forbindelser til jord, s a m t i d i g med at du tar i et elektrisk apparat. Dersom apparatet har en feil (overledning), vil strømmen kunne gå gjennom deg til jord.*
6. *I fuktige og våte rom (f.eks. bad og vaskerom) og i rom med sement-, stein- eller jordgolv skal stikkontakter ha jordkontakt. Apparater som brukes her, skal ha bevegelig ledning med jordleder og jordplugg. Det samme gjelder i andre rom hvor apparatene plasseres i nærheten av vann og vask (f.eks. kjøkken) eller nær andre apparater som er jordet. Disse reglene for jording gjelder likevel ikke for ekstraisolerte apparater, merket . Disse apparatene skal ikke ha jordledning, men ledningen kan påsettes spesialplugg som passer i stikkontakter med og uten jordkontakt. I bad må ikke brukes andre flyttbare apparater enn vaskemaskin og ekstraisolerte apparater, og disse skal tilkoples jordingsstikkontakt i sprut-sikker utførelse. Stikkontakten skal ha skilt med: «Bare for vaskemaskiner og ekstraisolerte apparater merket med .» Det er forbudt å bruke et apparat i ett rom ved hjelp av skjøteledning fra stikkontakt i et annet rom.*

**Unngå brann!**

7. *Bruk bare godkjente sikringer. Hvis en sikring går, søk årsaken før du setter inn en ny sikring. Bruk av «fuskesikringer» er brannfarlig og straffbart.*
8. *Påse at ledninger til flyttbare lamper og apparater er i orden. Skadde eller slitte ledninger må byttes straks.*
9. *Påse at brennbare ting ikke kan falle ned på koke- eller varmeapparater. Sett ikke varmeapparater så nær brennbare gjenstander at disse kan bli overopphetet og antent. Sett strykejernet på godkjent underlag. Gå ikke fra strykejernet uten å trekke pluggen ut av stikkontakten.*
10. *Vær forsiktig med elektriske ledninger og apparater under reingjøring. Påse at strømmen er avslått for de elektriske apparatene som skal reingjøres.*

Figur 22 Ti forsiktighetsregler, FYSIKK/KJEMI 7 og 8 av Brandt &amp; Frøshaug

## 4.4 Tellus 9, Ekeland, Johansen, Rygh & Strand 1998

Boka Tellus 9 er utviklet til bruk på ungdomsskolen i henhold til L97. Det aller første man møter i denne boka er verdt å nevne, en side som heter «Hva består denne boka av?» (Figur 25, side 72). Her blir det beskrevet for elevene hva de kommer til å møte i denne boka, og hvordan den skal håndteres. Elementer man møter er blant annet «Huskestoff», «Ekstrastoff», «Aktiviteter og forsøk», «Historiske rammer» og «Illustrasjoner». Dette indikerer at man vil møte både riktige forklaringer-, solid grunnlag-, naturvitenskapens struktur-, vitenskapelige ferdigheter-, og egen erkjennelse-vinkling. Tellus 9 inneholder to kapitler som behandler elektrisitet. Det første heter «**Elektrisitet** – ladningenes rundreise», og det andre heter «**Vår elektriske hverdag** – energi fra generator til stikkontakt».

Det første kapitlet tar for seg introduksjonen til elektrisitetslæren. Elevene skal i dette kapitlet lære om hva elektrisitet er, og hva det er som får de elektriske apparatene til å virke når strømbryteren slås på. I det første avsnittet møter man noen eksempler på hvordan vi gjør nytte av elektrisiteten, og det beskrives hvordan utviklingen har vært innen temaet. Egen erkjennelse-vinklingen kommer tydelig frem i dette avsnittet:

El gitarer og forsterkere er moderne oppfinnelser som er avhengig av elektrisk strøm. Mange tror at *selve elektrisiteten* også er noe som menneskene har oppfunnet. Men elektrisiteten finnes i naturen. Selv om den ble oppdaget for flere tusen år siden, ble elektrisiteten lenge bare sett på som et interessant naturfenomen og morsomt leketøy uten noen praktisk betydning. Vi mennesker har ikke brukt elektrisiteten til praktiske ting i mer enn drøyt hundre år. Det var først da vi klarte å få elektrisiteten til å *bevege* seg gjennom ledninger, at det ble mulig å lage lyspærer, panelovner....Den nyttige elektrisiteten er altså elektrisitet i bevegelse! (s. 62-63).

Videre beskrives det hvor vi får elektrisiteten fra, dette gjennom *Fra vannenergi til elektrisk energi* og *Batterier – energiverk i miniatyr*. Reelle bilder blir benyttet her for å illustrere dette. Det forklares hovedsakelig nytteverdien av vannenergi og batterier, slik at egen erkjennelse-vinklingen står sterkt. Slik reelle bilder blir for øvrig brukt gjennom hele boka, ofte av fysiske fenomener eller av forskere/mennesker som utfører noe knyttet til elektrisitet, som skaper nysgjerrighet og interesse. To eksempler er vist i figur 23 (Side 71).

Etter dette går innholdet over til kretslære, hvor det fokuseres på hva som kreves for at koblinger skal gi elektrisk strøm. Det som fremmes her er at «Batterier og lyspærer har to

tilkoblingspunkter. Strømkretsen må være sluttet for at det skal gå strøm» (s. 65), og at vi har både serie og parallellkoblinger. Det presenteres en tabell over figurer som benyttes når vi tegner koblingskjemaer (Figur 24, side 71). Den tekstlige fremstillingen og begreper visualiseres i mange tilfeller gjennom figurer av enkle elektriske kretser, både som er serie- og parallellkoblet (Figur 26, side 73). I all hovedsak er det riktige forklaringer-, og solid grunnlag-vinkling som er tilstede, med innslag av mestre hverdagen-vinkling. Figurene og kretsene som benyttes for å beskrive og visualisere forklaringer og begreper ellers i boka, består oftest av slike batterier, ledninger og lyspærer som vist i figur 24 og 26 (Side 71 og 73). Dette er materiell som elevene selv kan bruke for å koble enkle elektriske kretser, og teksten er i flere tilfeller formulert med ord som: «sett opp en hypotese for...deretter kan dere koble sammen...dette forsøket kan lære oss noe viktig...». Dette er eksempler hvor det er naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter-vinkling. Et annet eksempel hvor disse vinklingene er synlige er når «Eksempler» presenteres (Figur 27, side 73), disse er markert i egen bokser. I eksemplene presenteres enkle undersøkelser for å bevise noen prinsipper i elektrisitetens læren, hvor enkelte av dem oppfordrer elevene til å utforme hypoteser, og at de selv kan gjennomføre eksperimentet.

Før fokuset går over på *Elektrisk strøm*, presenteres en historisk ramme om Thomas Alva Edison og hans oppfinnelse av glødelampa (Figur 28, side 73). Det fokuseres altså på den historiske utviklingen innenfor i temaet. Dette er gjennomgående i boka, for en rekke begreper, naturlige fenomener og innretninger. Det presenteres en person som står bak «oppfinnelsen», ofte med bilde av personen og hvordan utviklingen av deres oppfinnelse har vært. Dette er tydelige tilfeller av egen erkjennelse-vinkling, med innslag av naturvitenskapens struktur-vinkling.

Andre eksempler på dette er når *Likestrøm og vekselstrøm*, *Ledere og isolatorer* og *måling av elektrisk strøm* blir omtalt. I tilknytning til dette presenteres to «Historiske rammer» en av Benjamin Franklin og hans oppdagelse av at lyn er elektriske gnister, samt lynavledere. Den andre av André Ampère, som satte opp en definisjon for strøm og laget et instrument for å måle strøm. Det naturlige fenomenet lyn blir også forklart, det oppstår spenning mellom skyene og bakken, eller mellom to skyer. Luigi Galvani og Alessandro Volta er å finne i «Historiske rammer» her, de blir beskrevet som pionerne innenfor forskning på fenomenet *elektrisk spenning*. Igjen er egen erkjennelses-vinklingen fremtredende, men disse personene benyttes ofte som et utgangspunkt for å tilnærme seg riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinkling. Et

eksempel på dette ser man etter André Ampère er presentert. Da blir det nærmere beskrevet hvordan amperemeteret fungerer som «Ekstrastoff». Her står det: «Når den elektriske strømmen i kretsen er 1 A, passerer det hele  $6,2 \cdot 10^{18}$  (6 200 000 000 000 000 000) elektroner i amperemeteret hvert sekund!» (s. 71).

Når motstand behandles nærmere, blir man presentert for «Ekstrastoff» som forteller om *Superledere – minste motstands vei*. Hvor det forklares hvor nyttig det hadde vært med tanke på energibevaring, og ikke minst utviklingen av nye apparater som da kan pakkes mye tettere uten noen form for kjøling. I dette «Ekstrastoffet» er både riktige forklaringer-, solid grunnlag- og egen erkjennelses-vinklingen tydelig.

*Elektrisk strøm* defineres i en grønn definisjons boks som skiller seg ut i teksten (Figur 29, side 74). Det defineres slik: «Elektrisk strøm er elektrisk ladde partikler som beveger seg i en bestemt retning» (s. 71). Det gjøres i tillegg rede for at *Ingen i Norge bruker strøm!*. Det skilles mellom elektrisk strøm og elektrisk energi. Strømmen overfører energi, det er ikke strømmen som blir brukt opp (strømmen er en *energibærer*). De grønne definisjonsboksene er eksempler på «Huskestoff», *Elektrisk spenning*, *Elektrisk motstand*, *Ohms lov* og *Energi og effekt* blir også definert i slike. Sistnevnte er henholdsvis omtalt i det neste kapitlet. Definisjonene lyder slik: «Mange metaller er gode elektriske ledere. Plast og glass er isolatorer (leder ikke strøm)» (s. 71), «Spenningen driver strømmen gjennom kretsen. Hvis spenningen blir borte, blir strømmen borte» (s. 75), «Elektrisk motstand kalles også resistans. Stor resistans gir liten strøm. Liten resistans gir stor strøm» (s. 76), «Ohms lov: spenning = resistans · strøm.  $U = R \cdot I$ » (s. 79), «Like ladninger frastøter hverandre. Ulike ladninger tiltrekker hverandre» (s. 82), «effekt = spenning · strøm.  $P = U \cdot I$ » (s. 103) og «Effekt forteller hvor raskt energien blir brukt. Effekt måles i watt (W). Energiforbruket i et hus måles i kilowattimer (kWh)» (s. 104). Alle disse eksemplene indikerer riktige forklaringer-, og solid grunnlag-vinkling. Disse er tydelige gjennom at begreper og matematiske uttrykk står sentralt. Matematiske utregninger benyttes for å forklare flere av teoriene innenfor temaet for så vidt i begge kapitlene.

*Elektrisk strøm* beskrives også ved hjelp av en klinkekuleanalogi (Figur 30, side 74). Denne viser at «På samme måte flyter det elektriske signalet seg raskt gjennom ledninger, selv om elektronene beveger seg sakte» (s. 69). Ulikhetene mellom seriekoblinger og parallellkoblinger visualiseres også ved hjelp av analogier. Henholdsvis med en skiheisanalogi og en vannstrøms analogi (Figur 31 og 32, side 74 og 75). For å forklare elektrisk spenning tas det utgangspunkt

i den samme skiheisanalogien, det trengs noe for å trekke strømmen (skiheisen) gjennom kretsen, denne trekraften kalles *elektrisk spenning*. Forskjellen mellom serie- og parallellkoblinger visualiseres i tillegg gjennom to figurer som viser en enkel krets og vannstrømsanalogien (Figur 26 og 32, side 73 og 75). Batterier danner grunnlaget for en slik visualisering av *spenning*. Her beskrives det at den elektriske spenningen er et mål på hvor stor forskjell det er mellom de positive og negative ladningene i batteriet, dette beskrives som en «kjemisk pumpe» i batterier. Den elektriske spenningen måles med et voltmeter. Hovedsakelig er riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinkling representert i disse eksemplene.

Det er noen eksempler hvor mestre hverdagen-vinklingen er fremtredende, et av dem er gjennom et bilde av en kvinnelig elektriker som foretar målinger med et multimeter (Figur 33, side 75). Andre eksempler hvor mestre hverdagen-vinklingen kommer frem er blant annet ved at kortslutning presenteres, hvordan dette oppstår og hva det forårsaker. Dette er nærmere beskrevet i det andre kapittelet, hvor dette knyttes til et eksempel; når Lars Erik skal henge opp et lite bilde på rommet sitt og plutselig ser han en kraftig gnist, og strømmen går. Et annet eksempel er i visualiseringene av de ulike fysiske fenomenene benyttes blant annet lommelykt, lamper, lommelyktbatterier, lampettledninger og PR-kabel etc. Dette er situasjoner og materiell som elevene møter i hverdagen, og de får gjennom dette innblikk i hvordan man forholder seg til elektrisitet.

På de siste sidene presenteres statisk elektrisitet, gjennom begrepet *gnidningselektrisitet*, hvor forskjellen mellom dette og elektrisitet i bevegelse tydeliggjøres. Temaet knyttes til eksempler som er kjente for mennesker, eksempelvis at det knitrer i håret når man grer seg og at man kan få elektrisk støt av et dørhåndtak og lignende. Dette brukes for å forklare hvordan stoffer blir positivt eller negativt ladet, og begrepene *tiltrekning* og *frastøting* benyttes. For å visualisere det sistnevnte benyttes ebonittstenger og glasstenger i det tradisjonelle eksemplet, hvor det vises en hånd som fører eksempelvis en glasstang mot en ebonittstang. I denne delen er mestre hverdagen-vinklingen et utgangspunkt for riktige forklaringer-vinkling. Utviklingen og forståelsen innen statisk elektrisitet er beskrevet gjennom tre «Historiske rammer», hvor den første omhandler Thales (600 F.kr), som kalte steinen *rav* (som er «opprinnelsen» til statisk elektrisitet) for *elektron*. Videre presenteres William Gilbert (1544-1603) og Otto von Guericke (1602-1686) som har videreutviklet forståelsen for temaet. Igjen er egen erkjennelse- og naturvitenskapens struktur-vinkling tilstede.

Helt til slutt møter man enda et avsnitt hvor egen erkjennelse-vinkling er fremtredende. Dette har overskriften *En ny hverdag*:

Oppdagelsen av elektrisiteten, og de utallige mulighetene som åpnet seg...har forandret menneskenes hverdag fullstendig. Det kan du lese om i neste kapittel. Og det ser ikke ut til at utviklingen vil stoppe opp: Vi oppdager stadig flere måter å bruke elektrisiteten på! Datateknikken og elektronikken kommer fortsatt til å gi oss mange nyheter i årene fremover – og kanskje like store overraskelser som den første gangen grekerne oppdaget hva de kunne gjøre med en liten klump med rav (s. 82).

Det andre kapitlet, «Vår elektriske hverdag – energi fra generator til stikkontakt» følger den samme strukturen, men det er tydelig av sitatet ovenfor, samt tittelen på kapitlet at fokuset noe forskjellige fra det foregående. Egen erkjennelses-vinklingen kommer frem med det første her også, man møter en figur som viser mange innretninger som benytter seg av elektrisitet i hjemmet. Poenget som fremmes er konsekvensene det får i dag når vi mister strømmen. Ellers i dette kapitlet skal elevene lære om elektrisk energi, hva denne brukes til, hvordan den brukes på en sikker måte, og hvordan den blir laget. Her møter man blant annet *energi og effekt*, så følger *den farlige elektrisiteten, sikringer, jording, elektromagnetisme og produksjon av strøm*. Man blir presentert for «Elektrisitetsproduksjonen i Norge». Til dette vises en figur av veien *Fra vannstrøm til elektrisk strøm* (Figur 34, side 76). I tillegg gis det eksempler på hvordan vi kan regne ut energien vi bruker, og dermed kostnaden av det ved hjelp av matematiske formler, enheter og utregninger. Riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinklingen er mest synlige her, men disse elementene har innslag knyttet til vår hverdag. Dette er blant annet gjennom overskriftene: «Hvordan kan vi spare elektrisk energi?», «Hvilke koblinger har vi lov til å gjøre selv?». Dette presenteres ved hjelp av virkelighetsnære eksempler med apparater og innretninger ethvert hus i Norge har, som gjør at mestre hverdagen-vinklingen kommer frem.

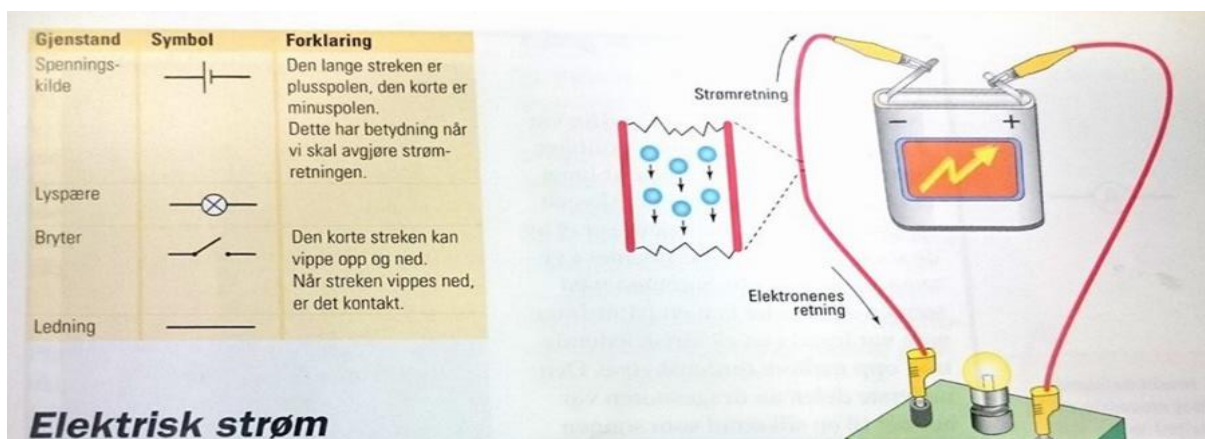
Samtidig presenteres innholdet med et kritisk blikk, både med tanke på farlige sider ved elektrisitet i seg selv, samt utfordringer knyttet til utviklingen innenfor dette temaet. Dette gjøres eksempelvis gjennom regler for *el-vett – det gjelder din sikkerhet*. Andre eksempler er at det beskrives nødvendigheten av jording og dobbeltisolering, allergiske reaksjoner av å arbeide for mye foran en dataskjerm, og at vannkraft utgjør en trussel mot det biologiske mangfoldet. Solid grunnlag- og mestre hverdagen-vinklingene er synlige, men innenfor alle disse eksemplene skal man frem til begreper og fysiske fenomener, slik er riktige forklaringer-vinklingen tilstede også.

Etter hvert kommer boka inn på elektromagnetisme, her møter man derimot noen mindre kjente innretninger og fenomener, slik som for eksempel spoler, elektromagneter, generatoren og transformatoren. Det vises derimot til mer hverdagslige og kjente bruksområder for disse, blant annet at en elektromagnet kan omdanne elektrisk energi til bevegelse for å bevege membranen i en høyttaler, og at dynamoen på en sykkel er en liten generator. Her er en riktige forklaringer-vinkling utgangspunkt for egen erkjennelse-vinkling. Det samme gjelder når transformatoren beskrives.

Man møter på like linje som i første kapitlet «Historiske rammer» her. Hans Christian Ørsted og Michael Faraday er representert. Sett i sammenheng så viser alle de historiske rammene i boka en naturvitenskapens struktur-vinkling. Det henvises ofte til tidligere presenterte personer når nye personer presenteres. Et eksempel er i rammen om Michael Faraday hvor det står: «Faraday mente det måtte være mulig å lage elektrisitet av magnetisme, siden Ampère hadde laget magnetisme av elektrisitet» (s. 113).



Figur 23 Eksempler på reelle bilder, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand



Figur 24 Oversiktlig beskrivelse ved hjelp av tabell og figur som støtte for elevene, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand

## Hva består denne boka av?

### HUSKESTOFF

Regler og andre ting som er spesielt viktige å huske, finner du i grønne rammer. Dette må du lese ekstra godt!

**Strømkretsen må være sluttet for at det skal gå strøm.**

### EKSTRASTOFF

De gule rammene inneholder små historier, ekstrastoff eller ordforklaringer.

**Hva er en art?**  
Hva er det som gjør at en hest er en hest, ...



### AKTIVITETER OG FORSØK

Du skal få gjøre mange forsøk i naturfagtimene og forskjellige aktiviteter både innendørs og ute.

#### 3 Sølv og fotografering

**Du trenger**  
2 begerglass  
trakt

### ILLUSTRASJONER

Du kan lære mye ved å se nøye på illustrasjonene.



### SAMMENDRAG

I hvert kapittel finner du et sammendrag. Det er nyttig å lese gjennom sammendraget for å se om du har fått med deg det viktigste.

#### Sammendrag

- ENØK betyr energioptimering. Ved å gjennomføre ENØK-tiltak kan vi spare ...

### EKSEMPLER

Hvis du studerer eksemplene, blir det lettere å forstå det du skal lære.

Kristine og Manu seriekobler to batterier og en lyspære. Lyspæra lyser sterkt. De måler hvor lenge lyspæra lyser. Det viser seg at lyspæra lyser i omtrent én time.

### HISTORISKE RAMMER

Innenfor mange emner er det både spennende og nyttig å vite litt om den historiske utviklingen. Stoffet om sentrale personer og oppdagelser er ofte plassert i egne rammer, og dette er en viktig del av det du skal lære.

**WILLIAM GILBERT (1544-1603)**  
William Gilbert var livlege for den engelske dronningen Elisabet I. Han undersøkte om andre stoffer enn rav kunne bli tiltrekkende ved å gni på dem.

### OPPGAVER

Det finnes mange forskjellige oppgaver i boka, og noen av dem er merket med disse symbolene:

- Til disse oppgavene trenger du bøker å slå opp i, eller kanskje du kan finne informasjonen du behøver på Internett?
- Dette er oppgaver som er litt vanskelige, her må du tenke og gruble!
- Til disse oppgavene finnes det dataprogrammer du kan bruke, men du kan også løse dem uten datamaskin.

### PROSJEKTARBEID

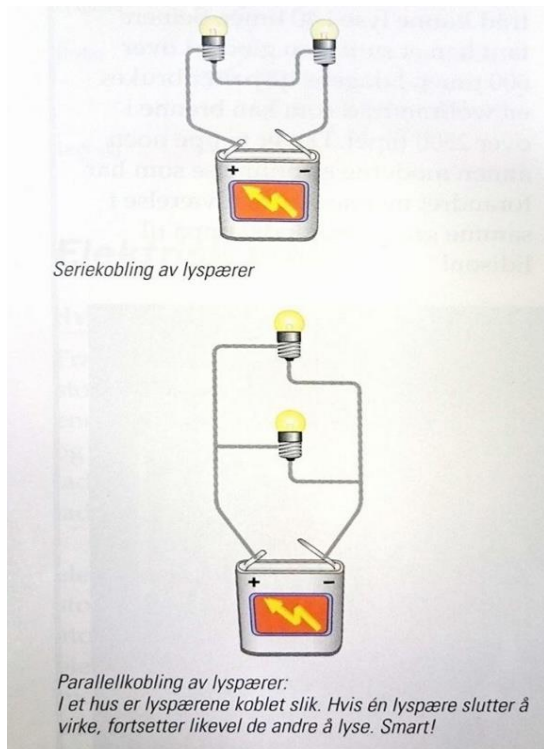
Nå har du og klassen din fått en del erfaring med prosjektarbeid. På samme måte som i fjor, finner dere forslag til prosjekter i slutten av hvert kapittel. Men husk at det er du, resten av klassen og læreren som skal bestemme hva dere ønsker å lære mer om!

#### Prosjektforslag

- A: Undersøkelse av et økosystem
- B: Populasjonsvekst
- C: Forvaltningen av de store rovdyrene

Figur 25 Hva består boka av, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand





Figur 26 Seriekobling og parallellkobling med batterier og lyspærer slik de faktisk ser ut, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand

**EKSEMPEL**

Lars og Mari skal måle den elektriske strømmen i en strømkrets som inneholder ett batteri og to lyspærer. De er uenige om hvor de skal koble inn amperemeteret. De har tre muligheter, ved B, C eller D.

Mari mener at siden strømmen går gjennom kretsen fra plusspolen til minuspolen på batteriet, bør de koble inn amperemeteret ved B. Der er ikke noe av strømmen brukt opp ennå, mener hun. Lars mener at de får det beste resultatet ved å koble inn amperemeteret ved C. Der er halvparten av strømmen brukt opp, så derfor er strømmen ved C det riktige gjennomsnittet for kretsen, mener han.

Når de måler strømmen ved B og C, får de seg en overraskelse. For sikkerhets skyld måler de strømmen ved D også. Strømmen er den samme overalt i kretsen!

Figur 27 Eksempler vist i egne blå bokser, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand

**THOMAS ALVA EDISON**  
(1847–1931)

Amerikaneren *Thomas Alva Edison* ble kalt «trollmannen fra Menlo Park». Dette tilnavnet fikk han fordi han gjorde mange viktige oppfinnelser. Han laget blant annet *fonografen*, som var det første apparatet som kunne gjengi den menneskelige stemme.

Han løste også en vanskelig teknisk oppgave, nemlig å bruke elektrisk energi til å lage lys. Arbeidet var vanskelig, for han måtte finne et

materiale som kunne bli hvitgløden uten å smelte. Edison forsøkte flere tusen stoffer for å finne en god glødetråd til glødelampa, før han i 1879 fant ut at en spesiell bomullstråd kunne lyse i 40 timer. Seinere fant han et stoff som glødet i over 600 timer. I dagens lyspærer brukes en wolframtråd som kan brenne i over 2500 timer. Det er neppe noen annen moderne oppfinnelse som har forandret menneskenes tilværelse i samme grad som glødelampa til Edison!

*Edison og hans medhjelpere oppfant blant annet fonografen og glødelampa.*

Figur 28 Historisk ramme om Thomas Alva Edison, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand

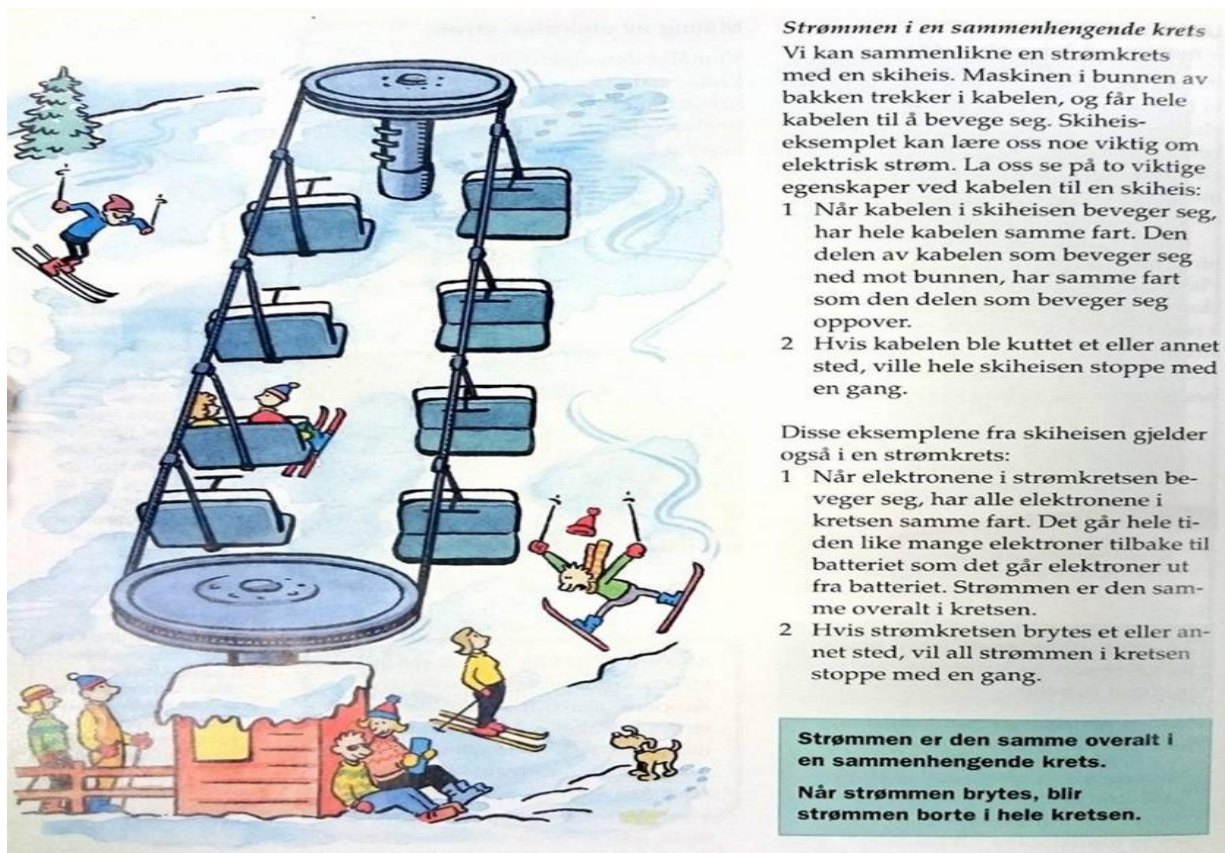
**Batterier og lyspærer har to tilkoblingspunkter.**

**Strømkretsen må være sluttet for at det skal gå strøm.**

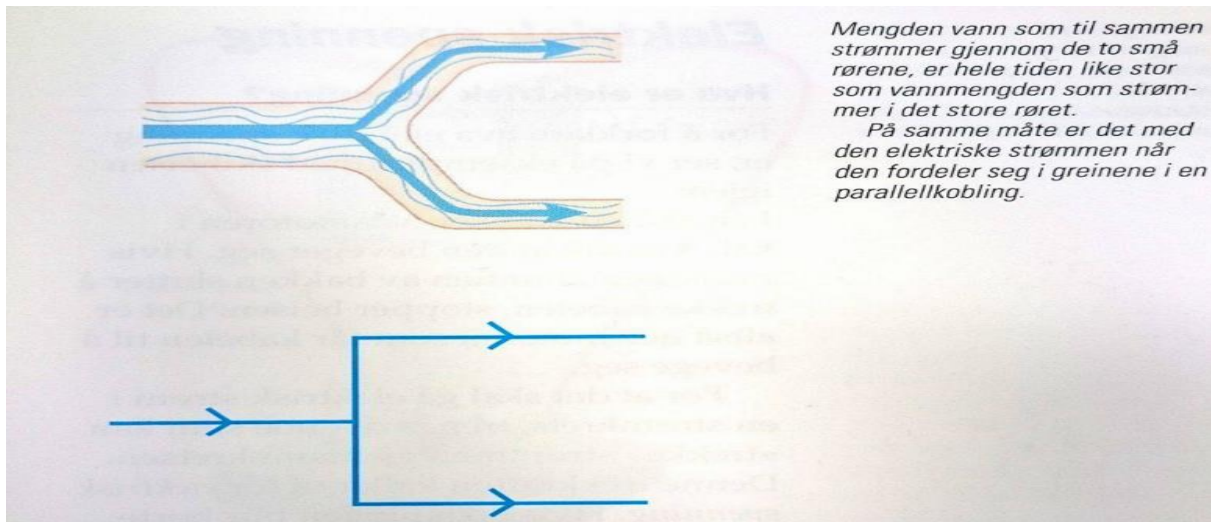
Figur 29 Huskestoff-boks som er lett i finne igjen i teksten, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand



Figur 30 Klinkekuleanalogi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand



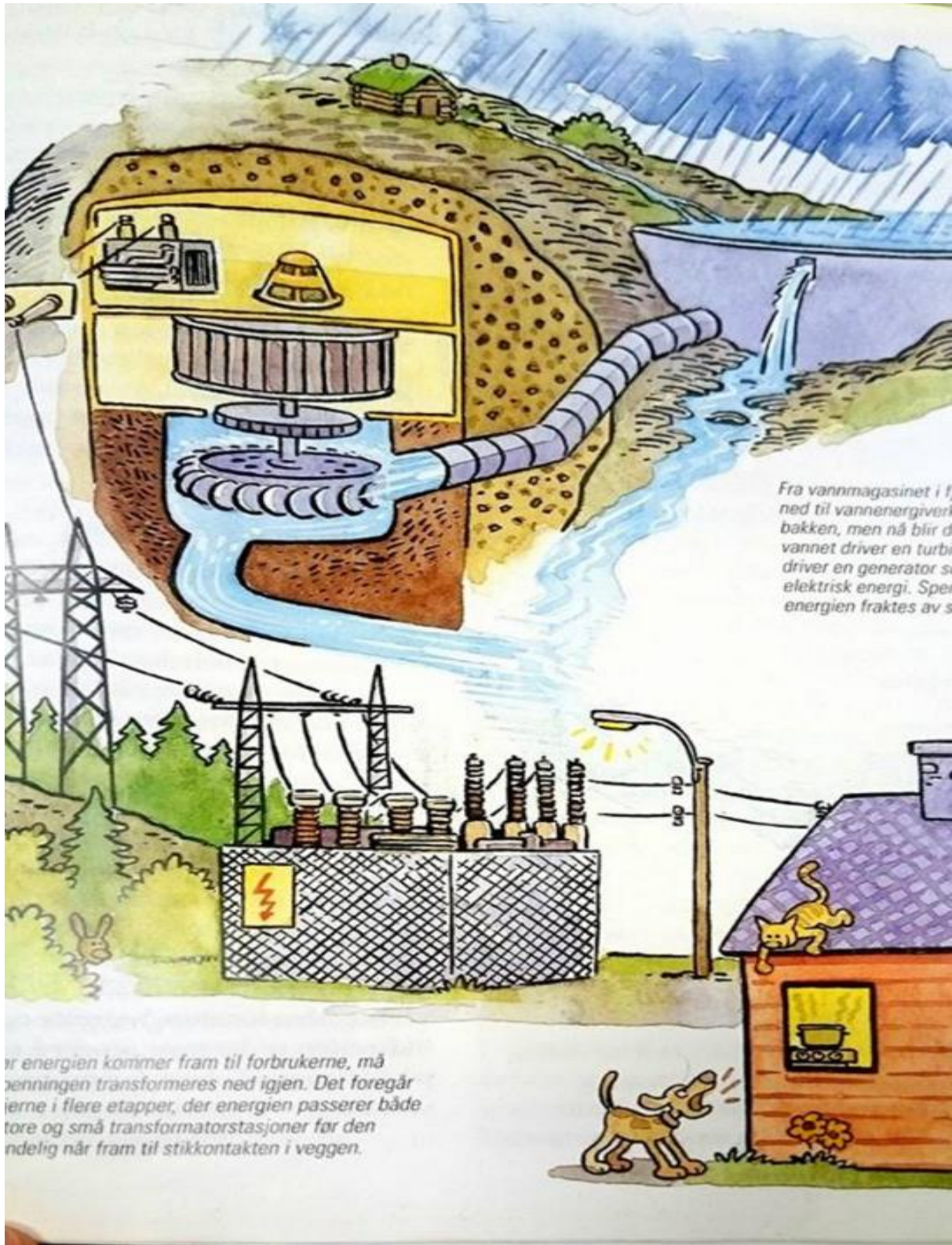
Figur 31 Skiheisanalogi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand



Figur 32 Vannstrømsanalogi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand



Figur 33 Bilde av en kvinnelig elektriker som foretar målinger, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand



Figur 34 Fra vannstrøm til elektrisk energi, Tellus 9 av Ekeland, Johansen, Rygh & Strand

## 4.5 Nova 10, Steineger & Wahl 2015

Nova 10 er utviklet for bruk i henhold til Kunnskapsløftets reviderte plan fra 2013. Temaet elektrisitet er behandlet i 10. trinns boka. Når man åpner elektrisitetkapittelet møter man et fargerikt bilde som viser et spektakulært og vakkert fysisk fenomen, en mann i Faraday-drakt som holder en gitar i nærheten av en tesla coil. Her blir man presentert for hva man kommer til å møte i kapitlet. Det står:

Det er vanskelig å se for seg et liv uten elektrisitet. Elektronene som farer gjennom ledningene i huset ditt, gir deg lys, varme, kunnskap, kommunikasjon og underholdning. Elektrisk energi er på mange måter grunnmuren i det moderne samfunnet. Men elektrisitet er mer enn stikkontakten i veggen. Lynet som slår ned...ballongen som blir hengende...hjernen som tenker, og hjertet som slår – alt er et resultat av elektrisitet. På de neste sidene kan du lese om hvor fantastisk vakker, dødelig og hverdagslig elektrisitet kan være (s. 121).

Dette oppsummeres til tre punkter som sier «DETTE SKAL DU LÆRE OM» (s. 121):

1. Hvordan vi kan koble sammen elektrisk utstyr så vi får en sluttet strømkrets.
2. Hva vi mener med begrepene strøm, spenning, resistans, effekt og induksjon.
3. Hvor du møter elektrisitet i hverdagen, når det er nyttig, og når det er farlig.

Både sitatet og de tre målene viser hensiktene boka har, her er det tegn på flere vinklinger. Til det første avsnittet er egen erkjennelse- og riktige forklaringer-vinklingene mest fremtredende. Henholdsvis til de tre målene er det vitenskapelige ferdigheter-, riktige forklaringer- og mestre hverdagen-vinkling. Til det siste er egen erkjennelse-vinklingen også tilstede

Boka begynner med *Statisk elektrisitet – når elektrisiteten er i ro*. For å beskrive dette presenteres eksempler på at man kan få støt fra dørhåndtak, et teppegulv eller fra trampolinen. Hvorfor og hvordan dette skjer forklares videre. Forklaringen tar utgangspunkt i atomers oppbygning, og begreper som *negativt ladd* og *positivt ladd*: «Vi kaller det *statisk elektrisitet* når noe er elektrisk ladd på grunn av overskudd eller underskudd av elektroner» (s. 123). *Tiltrekning og frastøting* forklares ut ifra det foregående, et bilde av en dame som holder på en Van der Graaf-generator visualiserer dette. Det er tegn på mestre hverdagen-vinklingen her, men aller tydeligst er riktige forklaringer-vinklingen ved at begreper skal læres. I marginen på den andre siden i kapitlet, hvor disse elementene beskrives finner man hele fire

definisjonsbokser, samt tre beskrivende figurtekster (Figur 35, side 82) hvor denne vinklingen er fremtredende. Definisjoner og andre nøkkelsetninger blir presentert på samme måte gjennom hele kapitelet, det samme gjelder for figurtekstene. Definisjonsboksene er markert med rødt, mens forklaringene på grafiske elementer er annenhver markert i oransje og grønn.

Her gis noen eksempler på hva som står i definisjonsboksene gjennom kapitelet. Når man møter *Elektrisk strøm – når elektronene beveger seg* defineres: «Når elektroner beveger seg, kaller vi det elektrisk strøm» (s. 126), «Et koblingsskjema er et kart over en strømkrets med bestemte symboler for de forskjellige komponentene i kretsen» (s. 129), «Elektronene flytter seg bare noen millimeter i sekundet, men likevel lyser lampen umiddelbart etter at vi har trykt på bryteren» (s. 129), «Vi sier at strømmen går fra plusspol til minuspol, selv om vi nå vet at elektronene går fra minus til pluss» (S. 130) og «Elektriske apparater bruker ikke opp strøm. Strømmen er den samme før og etter en komponent» (s. 132). Videre når man møter *Spenning* defineres: «Elektrisk spenning «dytter» elektronene rundt i kretsen» (s. 133). Motstand blir beskrevet som «Materialer med lav motstand leder strøm godt og kalles ledere. Materialer med høy motstand leder strøm dårlig og kalles isolatorer» og «Strømmen er størst der det er minst motstand» (s. 137). Andre begreper som blir definert er blant annet ledere, isolatorer, tilkoblingspunkter, strømkretser, måling av strøm, spenning og resistans (og ulikhetene mellom disse), måleinstrumenter, likestrøm, vekselstrøm, serie- og parallellkoblinger, elektrisk effekt, kortslutning, sikringer, jording og elektromagnetisme. Det er tydelig at riktige forklaringer-vinklingen er i fokus gjennom hele kapitelet.

Det trekkes frem hvordan den kjemiske virkningen i batterier fører til at vi får strøm ut ifra det. I en definisjons boks her står det: «I de fleste batterier skjer det kjemiske reaksjoner som skaper et overskudd av elektroner på minuspolen og et underskudd av elektroner på plusspolen. Derfor vandrer elektronene gjennom kretsen fra minus til pluss» (s. 133). Det forklares at det skjer en kjemisk reaksjon, og at den ene siden består av negative ioner og den andre siden positive ioner. Det forklares at det er dette som skjer i mobilbatterier, og når den er tom for strøm må elektronene dyttes tilbake gjennom å lade batteriet. Forklaringen støttes opp med en skjematisk figur (Figur 36, side 83). Dette er et eksempel på riktige forklaringer-vinkling.

Slike skjematiske figurer, men også reelle bilder (Fotografier) (Figur 37 og 38, side 83 og 84) er begge deler benyttet i hele kapitelet. Fotografiene viser ofte naturlige fenomener, og hvordan fysikken «ser ut», mens figurene ofte er et virkemiddel for å beskrive forklaringer på ulike elementer innenfor elektrisitetens læren. Her er det en kombinasjon mellom egen erkjennelse- og

riktige forklaringer-vinkling. Noen av fotografiene har også en solid grunnlag-vinkling, ved at de viser til elementer som inngår i ulike utdanninger og yrker, eksempler på dette er bilder av måleinstrumenter som elektrikere bruker, samt et sikringsskap. Det samme gjelder for fotografiet i figur 37 (Side 83).

Når *Gnister og lyn*, og hvordan dette oppstår blir beskrevet gis det eksempel på hvordan man skal sikre seg mot lynet. Man må passe på å ikke være på det høyeste punktet på et åpent område, ikke være i en båt, men i en bil er man trygg, dette viser til en mestre hverdagens-vinkling. Her møter man to reelle fotografier. Det ene er av et kraftig og vakkert lynnedslag, mens det andre er av lyn sett fra den internasjonale romstasjonen. Det gis også en forklaring på hvordan dette oppstår ved bruk av flere begreper, her benyttes altså hverdagstilknytning for å tilnærme seg riktige forklaringer-vinklingen:

I tordenvær er det mye *turbulens* (uro) i skyene. Varme luftmasser stiger oppover, mens de kalde synker nedover, og på veien «gnir» de mot hverandre og skaper store ladningsforskjeller. Når ladningene blir for store...hopper elektronene over til en annen sky i en kjempegnist. Vi kaller det *utladning*....Noen ganger hopper gnisten ned til jorda...(s. 125).

I elektrisitetenskapitelet tas det opp ett par vanlige misoppfatninger, og det forklares at disse ikke er rette. Dagens anerkjente kunnskap forklares, dette knyttes ofte til elementer som kan være kjent for elevene, ofte med et bilde for å illustrere dette. Et eksempel er «Veldig mange mennesker tror at strømmen går fra stikkontakten gjennom en ledning til lampen, og blir brukt opp der. Det er feil. Strømmen går alltid i ring» (s. 127). Dette forklares med tilhørende bilde som er vist i figur 38 (Side, 84). Det gjøres senere i kapitlet rede for at man bruker energien i elektronene, vi trenger strømkilden for å «fylle på» med energi. Dette er eksempler hvor solid grunnlag- og ikke minst riktige forklaringer-vinklingene fremheves. Elektrisk strøm blir også forklart nærmere gjennom en klinkekuleanalogi, her brukes for øvrig bordtennisballer (Figur 39, side 84). Denne brukes for å forklare at det strømmer like mange bordtennisballer forbi i ledningen før og etter lyspæra. Den samme koblingen gjøres i forhold til spenning, hvor det beskrives at bordtennisballene ikke beveger seg dersom ikke noe dytter på dem, og det samme gjelder for elektronene i en leder. Dette faller innenfor de samme vinklingene.

Naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter-vinklingene er tydelige i enkelte tilfeller i boka. Et av de aller tydeligste er når det gjøres rede for *Kart over strømkretser*. Her står det:

I naturfaget og i forskning er det viktig å kunne skrive ned eksakt hvordan en gjør forsøk, og hva en ser. Det gjør det nemlig mulig for andre å gjenta forsøket og se om de kommer til samme resultat. Det går an å tegne strømkretser med pærer, ledninger, batterier og brytere omtrent som de ser ut, men det tar tid...en enkel måte å tegne strømkretser på, som folk i alle land er enige om å forstår.... (s. 128).

Naturvitenskapens struktur-vinkling, men også egen erkjennelses-vinklingen kommer videre frem når det redegjøres for den fysikalske og konvensjonelle strømretningen. Her står det at:

Da de første batteriene ble lagd, visste en ikke helt hva elektrisitet var. Derfor endre en opp med å bestemme at strømmen går fra pluss til minus. I dag vet vi at de frie elektronene går den andre veien...men vi sier likevel at «strømmen går fra pluss til minus». Hvis vi skulle endret på dette, kunne det oppstått mye forvirring...» (s. 130).

Et annet eksempel hvor disse to vinklingene kan ses er når de to vitenskapsmennene Tesla og Edison kjempet med nebb og klør for sin oppfinnelse, henholdsvis vekselstrøm og likestrøm. De blir presentert med bilde, fødselsdato og når de døde på en egen side. Historien om deres utvikling av deres ulike oppfinnelser beskrives her. Det forklares at vi har Tesla å takke for røntgenbilder, trådløs kommunikasjon, elektromotoren, transistoren som er den viktigste byggesteinen i alle datamaskiner, og ikke minst strømmen vi bruker. Og vi har Edison å takke for å ha gjort glødelampa kjent, og for at han satte den i produksjon. Hans Christian Ørsted presenteres når elektrisk induksjon beskrives. Det beskrives hvordan han fant ut at det var en sammenheng mellom elektrisitet og magnetisme ved en tilfeldighet. Dette fanget hans interesse og han undersøkte derfor videre, noe som har hatt stor påvirkning for det moderne elektriske samfunnet. Michael Faraday og hans oppdagelse er også nevnt. Her er også vitenskapelige ferdigheter-vinklingen tilstede.

Foruten dette er det flere eksempler hvor det gis forslag til at elevene selv skal prøve ut ting og utforske. Det oppfordres blant annet til elevene om å ta tiden fra man skrur på lyspæra til det er lys i lampen, dette forklares gjennom den nevnte analogien. Når motstand presenteres brukes ordene «Hvis du kobler som vist på figurene, vil du se...» (s. 136). Når *Elektrisk induksjon* beskrives møter man en ramme som gir leseren direkte instruksjoner for å påvise hva som skjer når man beveger en magnet i en spole (Figur 40, side 85). Det samme vises med et fotografi som viser en spole som er koblet til en lyspære, og en hånd som fører magneten i spolen. Dette er tegn på vitenskapelige ferdigheter- og naturvitenskapens struktur-vinkling.



Mot slutten av kapitelet gjøres det rede for at *Elektrisk effekt måles i watt*. Her trekkes det frem hvor mange watt eller elektrisk effekt lyspærer og panelovner bruker. Det beskrives at watt er et mål på hvor mye elektrisk energi som blir produsert eller brukt per sekund, og av denne grunn brukes ofte uttrykkene kWh, eller kilowattimer, i hverdagen. Det trekkes frem eksempler på at dersom en panelovn som bruker én kilowatt står på i ett døgn bruker den 24 kWh, og at et menneske tilsvarende en varmeovn på rundt 100 W. Derfor blir det varmt i rom med mange mennesker. I utgangspunktet er det en riktige forklaringer-vinkling her, men også til en viss grad mestre hverdagen- og solid grunnlag-vinkling.

Andre eksempler hvor mestre hverdagen-vinklingen er tilstede er blant annet når seriekobling forklares ut ifra lysslyngene på et juletre, beskrivelse av sikringsskap og hvordan man ser hvor mye sikringen tåler, samt hvordan man kan finne ut hva som forårsaker at sikringen går. Risikoene ved å koble om på det elektriske anlegget hjemme forklares med at dette kan føre til støt, brannskader og i verste fall kortslutning, som kan føre til brann. Vinklingen er også tydelig gjennom enkelte av bildene, et eksempel er når jording beskrives, da vises et bilde av en skjøteledning som er jordet. Slike tilknytninger til elevenes hverdag er tilstede i en rekke eksempler i elektrisitetkapitlet i denne boka.

Til slutt tar boka for seg induksjon, og hvordan elektrisitet og magnetisme henger sammen. Her vises det til hvordan strømmen fra vannkraft, vindmøller og i kull-, olje-, gass- og atomenergiverk blir laget ved hjelp av en generator (Figur 37, side 83). Hvordan induksjonskomfyren fungerer gjøres rede for. Dette er ved hjelp av en elektromagnet, vekselstrøm og et magnetisk felt som fører til en vekselstrøm i bunnen av kjelen som gjør den varm. Noe som faller inn under riktige forklaringer-vinkling. Helt til slutt er det en oppsummering som presenterer definisjonsboksene og ordforklaringer, hvor enkelte begreper blir forklart. Noe som faller innenfor den samme vinklingen.

Boka inneholder altså alt fra fysikkfaglig fakta og definisjoner hvor riktige forklaringer-vinklingen er tydelig, men ofte knyttes det inn eksempler fra hverdagen som gir en viss grad av mestre hverdagen-vinkling og solid grunnlag-vinkling. Det gis eksempler på forsøk elevene kan gjøre, hvor vitenskapelige ferdigheter-vinklingen er tilstede, men man møter også forskere og hendelser ifra tidligere tider, samt eksempler innenfor utviklingen i temaet som faller innenfor både naturvitenskapens struktur- og egen erkjennelse vinkling.

Elektroner har negativ ladning. Derfor sier vi at ting som har overskudd av elektroner, er negativt ladd. Ting som har underskudd av elektroner, sier vi at er positivt ladd. De har et overskudd av protoner, som har positiv ladning.

Når noe blir elektrisk ladd på grunn av et overskudd eller underskudd av elektroner, kaller vi det statisk elektrisitet. Det betyr elektrisitet som er i ro.

Når vi gnir en ballong mot en ullgenser, hopper noen av elektronene over slik at både ballong og genser får hver sin elektriske ladning.

Gjenstander som har like ladninger, frastøter hverandre.

Ulike typer ladninger tiltrekker hverandre. Like ladninger frastøter hverandre.

De to ballongene har like ladninger, og de frastøter derfor hverandre.

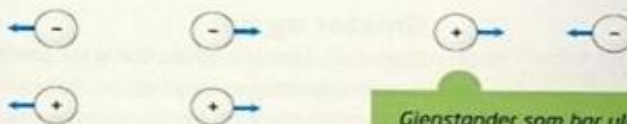
En ting som har mistet mange elektroner, har flere protoner enn elektroner. Siden protoner har positiv ladning, sier vi at du er *positivt ladd*. Du kan også få støt hvis du eller tingen du berører, er positivt ladd fordi den har mistet mange elektroner.

Når du får støt av et dørhåndtak eller en trampoline, er det ikke mulig å kjenne om det er fordi du er negativt eller positivt ladd. Det kjennes helt likt. Vi kaller det *statisk elektrisitet* når noe er elektrisk ladd på grunn av overskudd eller underskudd av elektroner.

Hvis du er positivt ladd, får du støt fordi elektronene hopper *til* deg. Hvis du er negativ, skyldes det at elektronene hopper *fra* deg. Hvis det er helt mørkt og du ser nøye etter, er det mulig å se en liten gnist.

### Tiltrekning og frastøting

Hvis du gnir en ballong mot en ullgenser, kan du feste ballongen på genseren. Det er fordi ballongen river løs elektroner av genseren og blir negativt ladd. Og genseren som overfører negativ ladning til ballongen, får selv et lite overskudd av positiv ladning. Ballongen blir sittende fast på genseren fordi ulike typer ladninger tiltrekker hverandre. Om du gnir ballongen mot hodet ditt, vil den feste seg til håret av samme grunn – ulike ladninger tiltrekker hverandre.



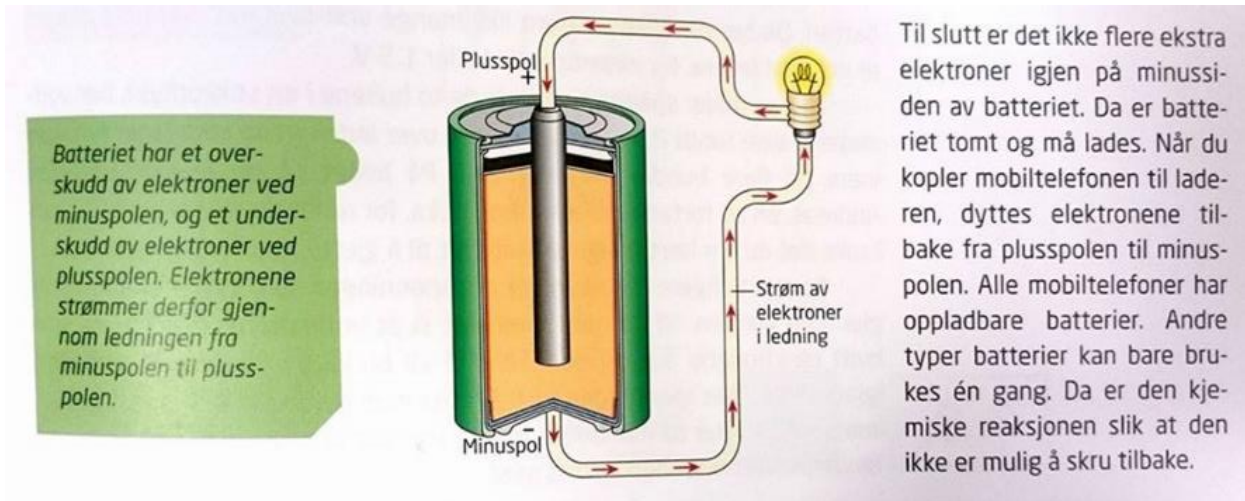
Gjenstander som har ulike ladninger, tiltrekker hverandre.

Like ladninger frastøter hverandre. To ting som begge er negative, har ikke «lyst til» å være i nærheten av hverandre. Det samme skjer med to ting som er positive. Dette fenomenet kan du lett se hvis du gnir to ballonger mot den samme genseren, holder dem i tuten og prøver å føre dem sammen.

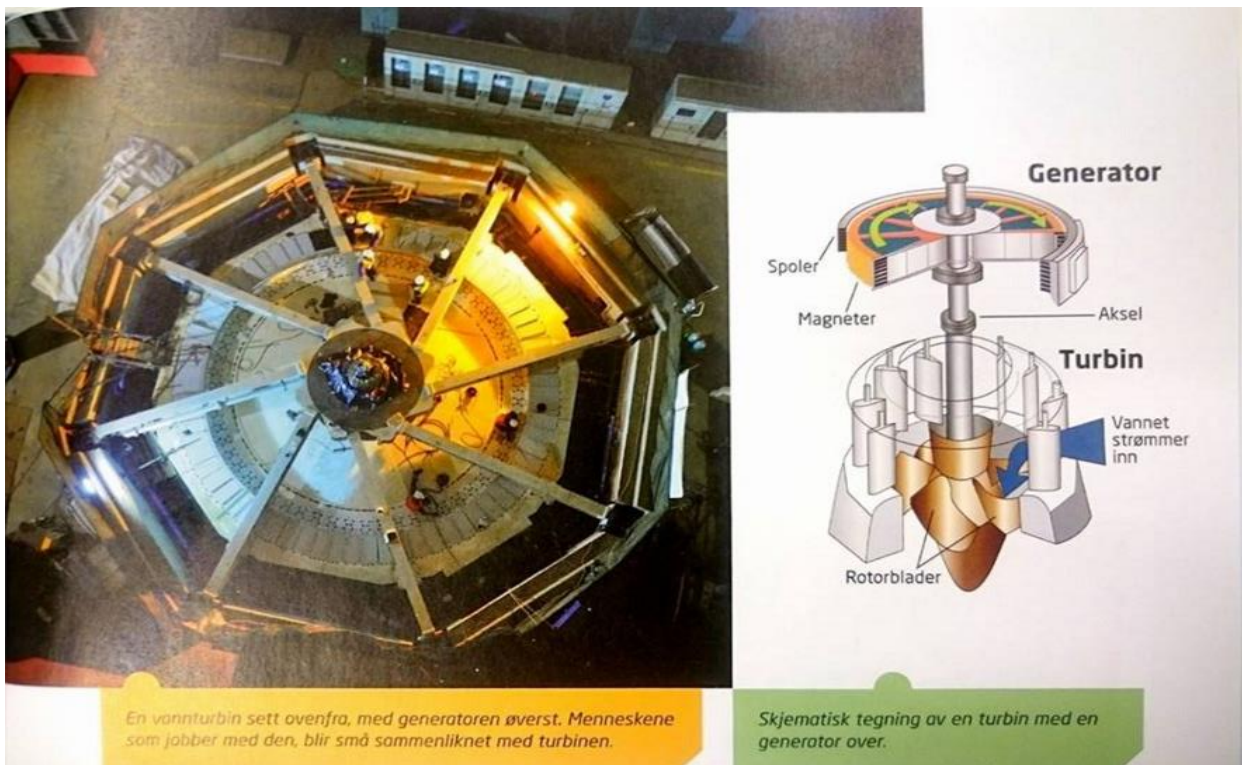
En sjelden gang kan du kjenne noe helt spesielt når du drar av deg en syntetisk genser. Det kiler litt, og hårene står til alle kanter. Det er fordi alle hårstråene dine har fått samme type ladning, enten positiv eller negativ. Da vil ikke hårstråene være i nærheten av hverandre lenger, og derfor reiser håret ditt seg.



Figur 35 Typisk fremstilling med definisjonsbokser, figurer, figurtekster og bilder, Nova 10 av Steineger & Wahl



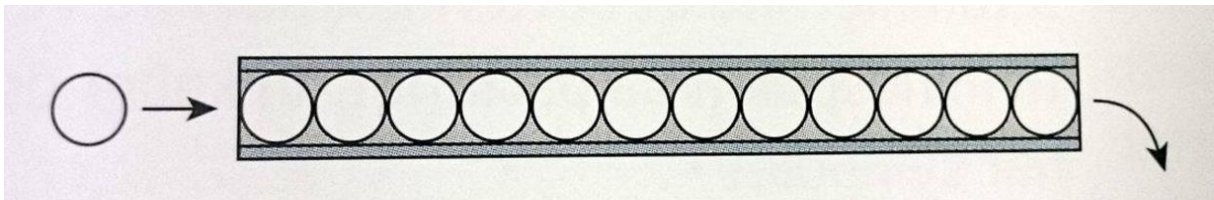
Figur 36 Beskrivelse av batteriet ved hjelp av en figur og figurtekst, Nova 10 av Steineger & Wahl



Figur 37 Fotograf og skjematisk figur av en turbin med generator, Nova 10 av Steineger & Wahl



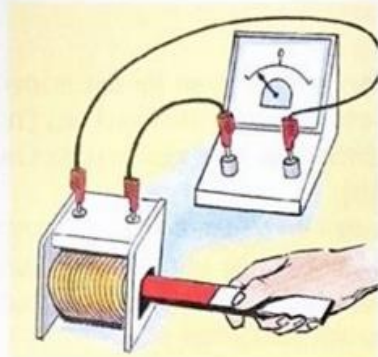
Figur 38 Påtegnet fotografi for å vise at strømmen går i ring, Nova 10 av Steineger & Wahl



Figur 39 Bordtennisball-analogi, Nova 10 av Steineger & Wahl

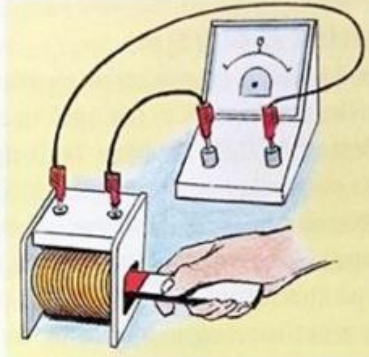
Les først hva som skjer i 1. Bruk så dette til å svare på spørsmålene i 2-6.

1



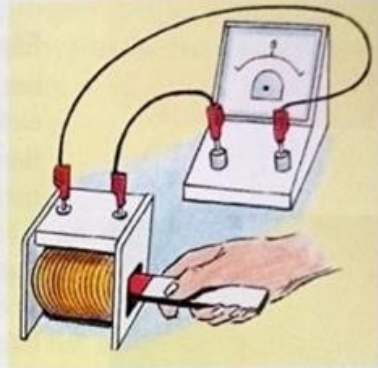
Når vi stikker magneten raskt inn i spolen, vil pila på amperemeteret slå ut mot venstre. Vi har lagd strøm!

2



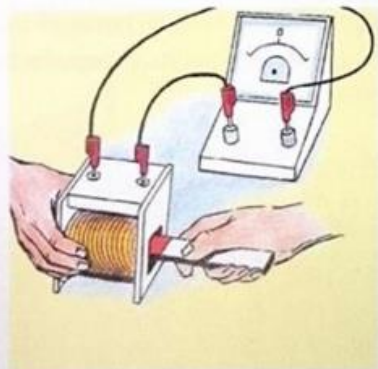
Hva skjer når vi drar magneten ut igjen?  
Hva viser amperemeteret?

3



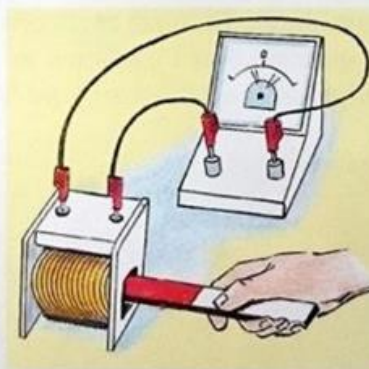
Hva skjer når vi holder magneten i ro inni spolen?  
Hva viser amperemeteret?

4



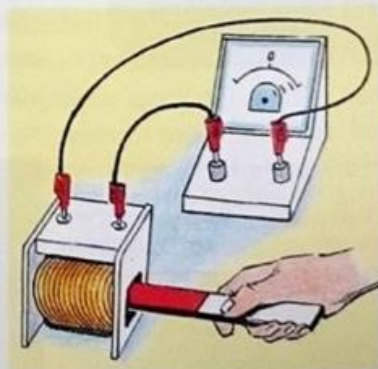
Hva skjer når vi holder magneten i ro, men drar spolen raskt til side?  
Hva viser amperemeteret?

5



Hva skjer når vi beveger magneten ut og inn hele tiden?  
Hva viser amperemeteret?

6



Hva skjer når vi flytter magneten veldig fort?  
Hva viser amperemeteret?

Hvis du har en kraftig nok magnet og en spole med mange nok viklinger kan du klare å lage nok strøm i kretsen til at en lyspære lyser. Kanskje er det aller første gang du har lagd strøm med hendene?

Figur 40 Instruksjoner til et forsøk, Nova 10 av Steineger & Wahl

Tabell 5 Oversikt over hvilke vinklinger som er å finne i bøkene (færre enn fem eksempler i resultatdelen innenfor en vinkling er markert med X, fem eller flere eksempler innenfor en vinkling er markert, XX)

| <b>Bok</b>  | <b>Fysikk for<br/>middelskole<br/>n</b> | <b>Fysikk for<br/>realskolen og<br/>de to første<br/>klassene...</b> | <b>FYSIKK/KJ<br/>EMI 7 og 8</b> | <b>Tellus 9</b> | <b>Nova 10</b> |
|---|---|--|---------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Mestre<br/>hverdagen-<br/>vinkling</b>                               | X                                       | X  | X                               | XX              | XX             |
| <b>Naturvitenska<br/>pens struktur-<br/>vinkling</b>                    | XX                                      | XX   | X                               | XX              | X              |
| <b>Naturvitenska<br/>p, teknologi og<br/>beslutninger-<br/>vinkling</b> | -                                       | -  | -                               | -               | -              |
| <b>Vitenskapelig<br/>e ferdigheter-<br/>vinkling</b>                    | X                                       | X  | X                               | X               | X              |
| <b>Riktige<br/>forklaringer-<br/>vinkling</b>                           | XX                                      | XX   | XX                              | XX              | XX             |
| <b>Egen<br/>erkjennelse-<br/>vinkling</b>                               | XX                                      | XX   | X                               | XX              | X              |
| <b>Solid<br/>grunnlag-<br/>vinkling</b>                                 | X                                       | XX   | XX                              | XX              | XX             |

## 5 Diskusjon

I dette kapitelet vil hovedtrekk og funn ifra resultatdelen bli diskutert mot de teoretiske perspektivene som ble presentert i kapittel 2, for å besvare problemstillingen. Jeg har delt inn diskusjonen ut ifra forskningsspørsmålene, som er sitert i overskriftene 5.1 og 5.2. Jeg tar først for meg fagstoff, begreper og fremstillingen av dette. Her viser jeg til hva som står sentralt og elementer som er underrepresentert i bøkene. Etter dette viser jeg til hovedtrekkene i hvordan fagstoffet vinkles i forbindelse med det andre forskningsspørsmålet.

### 5.1 Hvilket fagstoff og begreper står sentralt og hvordan fremstilles dette i bøkene?

I forhold til hvilket fagstoff som står sentralt så er det mulig å se både endringer, men også stabilitet i lærebøkene. For det første introduseres elektrisiteten ved hjelp av statisk elektrisitet i fire av bøkene. I Tellus 9 derimot presenteres dette til slutt i det første kapitelet. Det vil si at disse fire bøkene introduserer ladningsbegrepet for å bidra til å forklare blant annet hva elektrisk strøm er, strømrretning og hvordan dette fysiske fenomenet fungerer. I Tellus gjøres det annerledes, her introduseres elektrisiteten med energibegrepet, og det gjøres rede for at den nyttige elektrisiteten er *elektrisitet i bevegelse*. Den ene tilnærmingen gir elevene en innførende forståelse for ladningsbegrepet som er nødvendig for å forstå hva som skjer i en elektrisk krets. Den andre fokuserer på nytteverdien, utviklingen og hvordan elektrisk energi har påvirket energibruken vår i henhold til målene i læreplan av 1997. Selv om statisk elektrisitet er nevnt i det første målet i denne planen blir det ikke presentert først i boka (KUF, 1996). Tidsperioden for når Tellus ble utviklet var en tid hvor rekruttering til realfagene var i søkelyset. Det kan tenkes å være en grunn til hvorfor den nyttige elektrisiteten i bevegelse presenteres først i Tellus. Foruten dette ser det ut til at bøkens oppbygning følger læreplanenes mål. Undervisningsplan for Middelskolerne og Gymnasierne vedtaget den 1ste Mars 1885 er en svevende plan uten konkrete mål, men i normalplanen for 1939 omhandler det første målet elektroner og elektrisering ved gnidning (KUD, 1885, 1939a, 1939b). Det kan derfor tenkes at dette har vært en tradisjon for lærebøker, som Angell et al. (2011a) peker på, og har fulgt bøkene frem til en «omveltning» i Tellus 9 fra 1998.

Foruten at det er ulikheter mellom når statisk elektrisitet blir presentert, har det vært stabilt hvordan dette presenteres og hvilke begreper som benyttes i alle fem bøkene. Begrepet

gnindning(selektrisitet) er å se i alle bøkene. De fire eldste bøkene benytter alle glasstenger og ebonittstenger for å forklare positive og negative ladninger, og deres tiltrekning og frastøtning (Figur 10, side 61). I Nova 10 vises dette i stedet med positive og negative ladninger sammen med bilder som viser deres påvirkning på hverandre (Figur 35, side 82). Kunnskapen og forklaringene på dette, og øvrige deler innen elektrisitet har på den andre siden hatt en utvikling. Hvis vi går bakover i tid er det tydelig at teksten representerer større og større usikkerhet i den faktakunnskapen som presenteres både knyttet til statisk elektrisitet, og generelt sett i kapitlene. Stocklmayer og Treagust (1994) har funnet det samme, det er mange eldre bøker som viser klare tegn på at elektrisiteten har vært et lite kjent tema innen naturvitenskapen. Dette viser på den andre siden en sentral side ved naturvitenskapens egenart, at kunnskapen er usikker og tentativ (Angell et al., 2011a; Feynman, 1998; Sjøberg, 2009).

Ohms lov er kanskje det folk flest tenker når de tenker på elektrisitet i lærebøker. Dette er for mange kjernen for hva som huskes av elektrisitetslæren fra skolen. Ohms lov er behandlet i alle bøkene foruten den nyeste, Nova 10. I de eldre bøkene kalles den ikke eksplisitt ohms lov, men det matematiske uttrykket er representert. Det var for øvrig mer fokus på oppdagede grunnleggende lover i tidligere tid sier Stocklmayer og Treagust (1994). Alle bøkene utenom Nova har også med flere tilfeller av matematisk-symbolsk representasjonsform, hvor fagstoffet presenteres i matematisk form (Angell et al., 2011a; Dolin, 2002). De fire eldste bøkene forsøker å forklare og konkretisere fagstoffet, ved hjelp av lover og en matematisk symbols tilnærming. Stocklmayer og Treagust (1994) har funnet at på det senere 90-tall ble lover og detaljer blir presentert og sett i sammenheng med matematiske uttrykk, som elevene må beherske og forstå. Ohms lov har nok ofte blitt brukt som et eksempel på dette. Dette for å fremme en forståelse for sammenhengen mellom strøm, spenning og resistans, og for å regne ut matematiske størrelsen på de ulike variablene. Dette gir for øvrig indikasjoner på et studieforbereende perspektiv ved at fysikkens fundamentale begreper og ferdigheter i matematisk fysikk fremheves (Angell et al., 2011a). I Nova 10 fokuseres det derimot på å forklare hva enkelbegrepene betyr, utgangspunktet for disse forklaringene benyttes enkle kretser, noe Angell et al. (2011a) sier har vært vanlig i senere tid. For å måle størrelsen på strøm, spenning og resistans benyttes det måleapparater (multimeter) i Nova 10, istedenfor å regne ut disse verdiene med Ohms lov. Dette er kanskje en modernisering av fagstoffet, det er jo ikke vanlig for eksempelvis en elektriker i dag å finne frem papir og blyant for å regne med Ohms lov. Grunnen til hvorfor Ohms lov ikke er representert er det ikke lett å si noe om, men dette er en vanskelig og sammensatt lov som kan være utfordrende å betrakte for elevene. Man vil



kanskje heller jobbe for en grundigere forståelse for temaet hos elevene. Læreplanverket for kunnskapsløftet er jo et dynamisk dokument, hvor ansvaret for å tolke hva som skal legges i kompetansemålene tillegges lærebokforfatterne i større grad enn før (Isnes, 2005). Lærebokforfatterne har sine oppfattelser, erfaringer og tolkninger, og dette gjenspeiles i læreboka. På den andre siden mister man et element i elevene kunnskapsbygging, nettopp å vise til og gi elevene forståelse av den gjensidige sammenhengen mellom matematisk-symboliske representasjoner, bevis, lover og modeller i fysikken.

Et annet poeng knyttet til den matematisk-symboliske representasjonsformen er at denne er mye tydeligere i eldre bøker. Det har blitt mindre og mindre av abstrakte definisjoner som inneholder tall, jo nærmere vår tid vi kommer. Slik sett kan det virke som vi til en viss grad er på vei bort ifra et abstrakt fysikkfag, som baserer seg på en idealisert verden som Sjøberg (2012) og Angell et al. (2012) påpeker har vært vanlig. Vi ser eksempelvis på definisjonene av strøm fra Fysikk for middelskolen og Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset er henholdsvis: «Hvis det i 1 minutt spaltes så meget vann at det til sammen skilles ut  $10,4 \text{ cm}^3$  vannstoff og surstoff sier vi at strømmen er 1 ampere» og «Den praktiske enheten for strømstyrke er den strømstyrken som i 1 minutt skiller ut  $10,44 \text{ cm}^3$  knallgass målt ved  $0^\circ$  og et trykk på 76 cm kvikksølvhøyde. Denne enheten kaller vi en ampère». Nesten den samme møter man i Bruun & Deviks bok, og disse definisjonene tar ikke utgangspunkt i noen form for visualisering eller lignende. I FYSIKK/KJEMI 7 og 8, Tellus 9 og Nova 10 møter man ingen tall eller matematiske uttrykk i definisjonen på strøm. De benytter ord, og definisjonene tar ofte utgangspunkt i og forklares ut ifra en elektrisk krets. Ved å unngå abstrakte og idealiserte matematiske eksempler i bøkene kan det legges et grunnlag for høyere forståelse hos elevene, som Sjøberg (2012) peker på.

Den samme utviklingen kan man se i forhold til begreper som serie- og parallellkoblinger, likestrøm og vekselstrøm og generelt i forhold til kretslære. Det har vært en utvikling ifra at disse begrepene er fraværende, eller ikke satt i noen sammenheng dersom de er representert, til at de behandles i større grad og er en del av det sentrale fagstoffet, spesielt i de to nyeste bøkene. Enkle elektriske kretser, både i serie- og parallell er i disse utgangspunktet for formidlingen av blant annet strøm, spenning og motstand, i motsetning til de enkeltstående abstrakte definisjonene i de eldre bøkene. Angell et al. (2011a) påpeker at dette har stått har vært vanlig og sentralt i senere tid. Dette kan også tenkes å være på bakgrunn av hva Wells (1999) sa om skriftlige sjangre, at kulturen spiller en sentral rolle med tanke på hvordan teksten

kommuniserer med leseren. Hvilket konkretiseringsstoff som har vært tilgjengelig er en faktor som er preget av den kulturelle konteksten. Muligheten til å koble opp enkle elektriske kretser var ikke like enkelt i 1921 som i 2015. Det samme gjelder for ideer om hvilket og hvordan fagstoff innen elektrisitetslæren elevene bør lære om. Begrepene som serie- og parallellkoblinger, likestrøm, vekselstrøm og kretslære er både mer kjent i dag, og anses muligens som viktigere både i det allmenndannende og studieforberevende perspektivet, som Angell et al. (2011) og Sjøberg (2009) beskriver, enn det var i 1921.

Felles for alle bøkene er at innholdet fokuserer på, og deles inn ut ifra sentrale elementer i elektrisitetslæren. De snakker om blant annet statisk elektrisitet, strøm, spenning, motstand, elektrisk effekt og elektromagnetisme. Dette er gjennomgående i bøkene. Disse elementene knyttes til enten apparater og innretninger både som er kjent ifra elevenes hverdag, vitenskapelige innretninger, eller til fenomener i naturen. Her ser man tydelig at lærebøker er preget av tradisjoner som Angell et al. (2011a) poengterer. Samtidig ser man at naturvitenskapen faktisk hadde funnet mange sentrale sider ved elektrisiteten for snart 100 år siden, som har bidratt til en stor del av vår forståelse for temaet og fortsatt er akseptert. Det har for så vidt vært en utvikling mot at mer og mer av fagstoffet knyttes til elektrisitetens nytteverdi og situasjoner som elevene kan kjenne seg igjen i. Dette er kanskje ikke overraskende med tanke på elektrisitetens og teknologiens plass og utvikling i dagens samfunn, og hvor viktig det er å forstå dette for å mestre hverdagen som Sheils (2012) poengterer. Nytteargumentet, som Sjøberg (2009) presenterer, ivaretas også i større grad gjennom dette.

Begreper som elektrisk felt, feltstyrke og energi som Angell et al. (2011a) sier er sentrale er lite representert i alle bøkene. Feltebegrepet kan tydes ut ifra overskriften, *Den elektriske kraftvirkningen og elektrisitetsatomene* i Bruun & Deviks bok. Energibegrepet er omtalt noen steder i Tellus 9, både i introduksjonen til kapitlet hvor det gjøres rede for at vi får elektrisk energi fra vannkraftverk og batterier, og på slutten av kapitlet hvor det drøftes konsekvenser av vår energibruk i dag. Utover dette er ikke disse begrepene å finne. Det kan tenkes at forfatterne ser på dette som for abstrakte og komplekse begreper, som naturfaget har en mengde av ifølge Angell et al. (2012), slik at de heller fokuserer på de enklere og mindre krevende begrepene. Slik kan man unngå forvirring og sikre en god forståelse av temaet hos elevene, selv om enkelte begreper er utelatt. Det kan også være en følge av de mange utvelgelser lærebøkene må ta på grunn av et overbelastet pensum, som Millar (2002) peker på. Man kan ikke behandle hele faget i ett kapittel i en lærebok. I tillegg ser jeg en utvikling i forhold til begrepenes natur

og utvikling. Det er flere av begrepene i bøkene spesielt i Fysikk for middelskolen fra 1921 som jeg i dag ikke er kjent med, og som ikke er en del av den aksepterte naturvitenskapen i dag. Dette er for eksempel fordeling, meddeling, elektrisk vind, elektrisk pistol. Flere av funnene ovenfor støttes av hva Harkjerr (2004) har funnet, han poengterer at hvordan framstillingen skjer ved bruk av virkemidler, tekst, oppbygning, begreper, tilknytning til hverdag og abstraksjon endrer seg. Og dette er ofte påvirket ut ifra hvilken tidsperiode bøkene er skrevet i. Selv om dette aller helst er en følge av hvordan naturvitenskapens egenart fungerer, som Sjøberg (2009) sier. Begrepene er i stadig endring på like linje som kunnskapen ellers.

Når det gjelder figurer i lærebøker poengterer Harkjerr (2004) at disse er en del av bøkens fremstilling, og at disse er påvirket av tidsperioden. Alle typer grafiske elementer, deriblant figurer, er tilstede i stor grad i mitt utvalg. Dette kan man tydelig se av tabell 4, det er minst en figur per side i hvert av elektrisitet kapitlene. Det er uansett noen ulikheter mellom hvordan disse brukes, deres utforming, hensikt og nytteverdi i teksten. Spesielt i de to eldste bøkene viser figurene apparater og innretninger svært detaljert, og som i all hovedsak benyttes for å støtte de tekstlige forklaringene. Figurene var ikke ment for pynt, interesse eller motivasjon, de har kun en faglig formidlingshensikt. Utviklingen ser ut til å gå mot enklere figurer med mer farger og figurtekster, slik at de blir lettere for elevene å tolke og forstå. Figurene visualiserer fenomener og innretninger som følge av elektrisitet i hverdagen. Det blir også flere fotografier som viser hvordan fenomener innenfor elektrisiteten faktisk ser ut og oppfører seg. Disse har en motiverende effekt, men det er for øvrig et poeng at jeg ikke har mulighet til å vurdere om de fungerer etter denne hensikten i en utdanningssituasjon (Nelson, 2006). På den andre siden består de derimot av mer symboler for å beskrive abstrakte enheter. Harkjerr (2004) fant lignende utvikling knyttet til figurer i sin undersøkelse, at det var en utvikling ifra at figurene viser enhver skrue til å være mer abstrakte, skjematiske og generelle. Det har vært en endring fra hvor det før ble brukt mest realistiske bilder, som viser objekter slik de faktisk fremtrer, selv om dette ofte er vitenskapelige objekter i disse bøkene, til mer bruk av konvensjonelle bilder. De konvensjonelle bildene tar i bruk symboler for å forklare abstrakte enheter, men det er også innslag av realistiske bilder og hybrid-bilder i nyere bøker (Bungum, 2013). På bakgrunn av dette kan det virke som figurer har en bredere funksjon, og har flere hensikter i nyere bøker, risikoen er derimot at de muligens blir for abstrakte, uforståelige og ikke fungerer til sin hensikt.

Et poeng som er felles for alle bøkene, utenom Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset, er at flere av de grafiske elementene har en implisitt effekt som oppfordrer til

undersøkelser og forsøk for elevene. De gjør elevene deltagende i figurene ved at det inkluderes enten hender, elever eller forskere som utfører noe i figurene. I Tellus 9 og Nova 10 er det også flere figurer hvor man kan se forskere eller andre mennesker som utfører en undersøkelse. Disse figurene bidrar til å invitere elevene til prosessdimensjonen i naturvitenskapen, og det er ferdigheter som skal formidles til elevene (Sjøberg, 2009). Dette er i samsvar med hva Bungum (2013) har funnet i sine undersøkelser. Hun påpeker at dette kan være en følge av at naturfaget har fått kritikk for å ikke trekke tråder til samfunnet. Det å fremme hva naturvitenskapen har ført til er i fokus i læreplaner også, i L97 kommer dette frem både gjennom målene og de generelle sidene i planen (KUF, 1996), og i LK06 ser man dette ut ifra sitatet (s. 8) fra formålet i kunnskapsløftet (Utdanningsdirektoratet, 2013a). For å si noe om den generelle figurbruken i mitt utvalg, har jeg ingen kvantitativ vurdering av hensikten figurene i bøkene har. Det er som påpekt figurer som fokuserer på elevdeltagelse i alle bøkene bortsett fra i boka fra 1943. Jeg vil uansett si at figurene i stor grad har til hensikt å forklare og formidle idealisert og abstrakt verden, ikke slik den faktisk opptrer fra våre erfaringer (Sjøberg, 2012). Selv om man kan identifisere både hender, mennesker og forskere i figurene, tolker jeg at hovedvekten av figurene har til hensikt å vise det samme som Harkjerr (2004) fant i sin undersøkelse av Isaachsens lærebøker, at figurene som regel skal fremme elementær fysikk og den idealiserte naturvitenskapen.

Det blir også brukt flere modeller og analogier for å formidle fagstoffet i bøkene. De er forøvrig fraværende i den eldste boka. I boka av Bruun & Devik fra 1943 er det en modell (Figur 8, side 55), men i de tre neste blir dette mer aktivt brukt for å formidle fagstoffet. Dette kan bidra til at temaet blir enklere å fatte og visualisere. Angell et al. (2011a) påpeker også en slik hyppig bruk av analogier og modeller som pedagogiske hjelpemiddel i temaet elektrisitet. Modellene har til hensikt å gjøre fagstoffet lettere angripelig, men de kan som Bungum (2008) også peker på, virke mot sin hensikt.

Innledningsvis i teorien presenterte jeg fire argumenter fra Sjøberg (2009) som sier noe om hvorfor elevene skal lære naturfag. Arnesen (2002) har sett på utviklingen av læreplaner frem til 1997 (se tabell 1 på s. 6). Jeg har ikke gjennomført en læreplananalyse i ordets rette forstand i dette arbeidet, men det kan ut ifra formål, hovedområde, den generelle delen og av kompetansemålene i læreplanverket for kunnskapsløftet tyde på at disse argumentene er ivaretatt i dagens læreplan også. Jeg ser derimot ikke den samme utviklingen som Arnesen (2002) like tydelig i lærebøkene. I lærebøkene kan det tyde på at økonomiargumentet ivaretas

mer enn de kulturelle sidene ved elektrisiteten. Det er i de eldste bøkene man møter minst historiske eksempler, og det blir sjeldent henvist til den lange prosessen innen naturvitenskapen om hvordan vi har kommet frem til den virkelighetsforståelsen vi har i dag. Det er i bøkene frem til Tellus 9 mer fokus på å fremme de sidene av naturfaget som er lønnsomt for samfunnet og personlig lønnsomt. Det er flere eksempler på at fagstoffet man møter skal forberede elevene til videre utdanning og yrke, jamfør økonomiargumentet (Sjøberg, 2009), nettopp det naturfaget tradisjonelt sett baserer seg på, å utdanne fremtidige forskere (Sjøberg & Schreiner, 2010). Kulturargumentet står derimot sterkere i de to nyeste bøkene, Tellus 9 og Nova 10. I disse bøkene møter man både direkte henvisninger til naturvitenskapens egenart, og for nesten hvert tema presenteres «oppdageren» av de ulike fenomenene innen elektrisitetslæren, og hvor utgangspunktet for vår forståelse er (Angell et al., 2011a; Sjøberg, 2009; Sjøberg & Schreiner, 2005). En likhet mellom læreplanene og lærebøkene er på den andre siden at flere av argumentene kan synes å bli mer fremtredende jo nærmere vår tid vi kommer, noe som viser til en bred vinkling innenfor elektrisitetslæren, noe Olsen et al. (2004) har funnet de samme indikasjonene på om naturfaget i Norge.

## 5.2 Hvordan vinkles fagstoffet i lærebøkene

### Mestre hverdagen-vinkling

Vi kan se av tabell 4 at mestre hverdagen-vinklingen er synlig i alle fem lærebøkene, selv om den er representert i større grad i de to nyeste bøkene. Tabellen er ikke helt rettferdig for Bruun & Devik sin bok, deres lærebøker er kjent for et fysikk-pedagogisk syn som tar utgangspunkt i elevenes egne erfaringer (Harkjerr, 2004). Jeg har i min oppgave behandlet de 24 sidene i denne boka, som blant annet tar for seg tekniske innretninger som ett eksempel på mestre hverdagen-vinkling. Av denne grunn tillegges nok dette større vekt enn hva som fremkommer av min opptelling som er representert i tabell 4. Foruten dette tilsier mine funn at Fysikk for middelskolen og FYSIKK/KJEMI 7 og 8 ivaretar Mestre hverdagen-vinklingen, men den kommer både tydeligere og oftere frem i Tellus 9 og Nova 10. I de tre eldste bøkene er denne vinklingen tydeligst gjennom at det vises til enkelte apparater og innretninger man kan finne igjen i huset som drives av elektrisitet, slik som telefon, ringeapparat, lyspærer, strykejern og elektromotorer. Temaet knyttes til fenomener man fysisk kan se, og som det er stor sannsynlighet for at elever har erfaring med hvor elektrisitet inngår, slik som lyn og torden. Det vises i flere tilfeller til farene ved elektrisitet, og hva man skal være forsiktig med. I

FYSIKK/KJEMI 7 og 8 kommer dette tydelig frem gjennom setningen «...du må aldri gjøre forsøk med stikkontakter hjemme som strømkilde. Det er livsfarlig» (s. 45). Vinklingen kommer frem gjennom lignende eksempler i de to nyeste bøkene. Det er noen ulikheter mellom hva som presenteres i bøkene, og som kan kjennetegnes som nyttig og hverdagstilknyttet i bøkene. Dette vil være naturlig med tanke på tidsperiodene bøkene er skrevet i. Det samme påpeker Harkjerr (2004) ut ifra sin undersøkelse. For det første vil dette påvirkes av hvor langt i utviklingen, innenfor temaet man var, da boka ble skrevet. For det andre må man ha i bakhodet at tradisjonene, både faglig, pedagogisk og didaktisk har endret seg (Angell et al., 2011a). Den største endringer er derimot at mestre hverdagen-vinklingen kommer det frem både mer direkte og oftere i de to nyeste bøkene. Gjennom eksemplene ovenfor vises nytteverdien både av menneskelig oppfinnelser, og dermed av naturfaget og dens vitenskap. Dette kan tenkes å være på bakgrunn av at elektrisiteten har tredd frem i stor grad i denne tidsperioden, og er/var en viktig del av samfunnet og elevenes private liv (Angell et al., 2011a; Angell et al., 2011b; Sheils, 2012).

Jeg ble ikke overrasket over at denne vinklingen er tydeligere i nyere tid. Vi kjenner jo alle til den raske utviklingen innen teknologi og elektrisitet, og det fokuset dette har fått, som blant annet Angell et al. (2011a) og Angell et al. (2011b) peker på. Man ser av bøkene at det ikke var like mange elektrisk enheter som var vanlig for elevenes hverdag mellom 1921-1976, som det er i dag, og jo nærmere vår tid vi kommer, omgås elever elektrisiteten mer direkte. Dette er noe de har erfaring med og bør ha god kjennskap og forståelse for. I tillegg bør de ha en forståelse for utviklingen, hva dette fører til og hvilke funksjoner/nytteverdi temaet har i dag. Sheils (2012) har pekt på at for å mestre hverdagen er det nødvendig å ha denne forståelsen. Av resultatene ser det ut som at det er gode muligheter for dette gjennom bruk av de to nyeste bøkene, både med tanke på temaet elektrisitet og naturfaget generelt.

Selv om man her ser en utvikling, som kan være en følge av en historisk, samfunnsmessig, pedagogisk og didaktisk utvikling ser det ut som at alle lærebøkene i min undersøkelse, i større eller mindre grad, presenterer fagstoffet med utgangspunkt i elevenes verden. Dette gjennom at det benyttes konkretiseringer fra elevenes hverdag, og situasjoner som er kjente for dem. Noe som kan bidra til økt forståelse og motivasjon (Rønning et al., 2008). Jeg har flere ganger i teoridelen pekt på at det som formidles til elevene bør knyttes til elevenes erfaringer og hverdag, dette både med utgangspunkt i et allmenndannende og studieforbereende perspektiv (Angell et al., 2011a; Angell et al., 2003; Chiappetta et al., 1993; Harkjerr, 2004; Häussler & Hoffmann,

2000; Knain & Hugo, 2007; Lie et al., 2008; Roseman et al., 2001; Schreiner & Sjøberg, 2004; Sjøberg, 2009; Sundblad & Allard, 1987). På bakgrunn av dette kan man trygt si at det anses som viktig at elevene skal se relevansen av faget gjennom lærebøkene, og at dette kan/bør gjøres gjennom autentisitet, lokale forhold og kjente situasjoner. Læreplanene impliserer også det samme. Hvordan en lærebok presenterer fagstoffet har stor betydning for hvordan elevene oppfatter og forstår naturfaget (referert i Nergård, 1994). Gjennom at bøkene blant annet viser til den farlige elektrisiteten, elektriske installasjoner hjemme, tekniske apparater etc. har elevene muligheten til å se person- og samfunnsrelevansen av både faget generelt og elektrisiteten. Dette innebærer at nytteargumentet er identifiserbart i alle bøkene på lik linje som i læreplanene (Arnesen, 2002; Sjøberg, 2009).

### **Naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter-vinklingen**

Av resultatene og mine funn knyttet til naturvitenskapens struktur-, og vitenskapelige ferdigheter-vinklingene ser det ut som at disse vinklingene er nært knyttet til hverandre. Slik ser det også ut i teorien. Førstnevnte vinkling kan kort fortalt kalles naturvitenskapens egenart, og den andre vinklingen har klare trekk mot Sjøberg (2009) sin prosessdimensjon, som igjen har klare koblinger imot naturvitenskapens egenart. Den ene vinklingen kan synes å føre til den andre i lærebøkene, slik at det i enkelte eksempler kan være vanskelig å tolke hvilken av vinklingene som er mest fremtredende. Vitenskapelige ferdigheter-vinklingen har ut ifra tabell 4, vært stabil gjennom hele tidsrommet for lærebøkene i mitt utvalg. Naturvitenskapens struktur-vinklingen viser til dels det samme, selv om det kan tyde på at den er mindre representert i FYSIKK/KJEMI 7 og 8 og Nova 10. Det er uansett ulikheter mellom hvordan disse vinklingene kommer til uttrykk i bøkene.

Kort oppsummert ivaretas vinklingene i de tre eldste bøkene for det første gjennom vitenskapelige apparater, dette stemmer godt overens med tidligere funn i lærebøker. Angell et al. (2011a) sier dette har vært vanlig i lærebøker frem til 1960-tallet. Videre møter man utvikling av produkter, tidligere forskning, kunnskapsutvikling, elevøvinger og faktakunnskapens usikkerhet som i de fleste tilfellene gir implisitte indikasjoner på at elevene skal få en forståelse for naturvitenskapen og dens metoder. Det oppfordres altså underliggende i teksten ofte til eksperimentell tenking for å formidle faktakunnskapen. Et morsomt eksempel som viser utviklingen av produkter basert på naturvitenskapen og vitenskapelige ferdigheter er ifra Fysikk for middelskolen, hvor det står: «I nyere lamper er glødetråden laget av metaller med meget høit smeltepunkt. En av dem er *osramlampen*» (s. 82). Vi kjenner vel alle til

produsenten Osram i dag, osramlampen er mer ukjent. Både naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter vinklingene er her ivaretatt ved at prosessene som naturfaget benytter seg av er synlige, og det fremmes at naturvitenskapen er en sentral del av vår kulturarv, og at dette har vært med å forme vår tekning og vår verden (Roberts, 1982; Sjøberg, 2009; Sjøberg & Schreiner, 2005)

I Tellus 9 og Nova 10 er det flere eksplisitte eksempler hvor naturvitenskapens struktur- og vitenskapelige ferdigheter-vinklingene er synlige. For det første er dette knyttet til kretslære. Det gis flere forslag til at elevene selv skal koble og undersøke, dette gjelder for øvrig også FYSIKK/KJEMI 7 og 8. For det andre henvises det i disse bøkene blant annet til hypotesedanning og elementer i en forskningsprosess (sitat fra side 68 og 80). Det er flere eksempler på aktiviteter elevene skal gjøre med innslag av blant annet målinger og observasjoner, som Sjøberg (2009) sier er sentralt å arbeide med for å utvikle vitenskapelige ferdigheter. Elevene kan gjennom dette få en mulighet til å se en kobling mellom produktene og prosessen. Øyehaug (2014) argumenterer for at det bør tilrettelegges for dette, og det støttes av hovedområdet «Forskerspiren» i dagens læreplan (Utdanningsdirektoratet, 2013b). Ellers er det i Tellus 9 og Nova 10 en mengde historiske rammer, som viser til disse vinklingene. Dette er en av måtene Kolstø (2008) sier naturvitenskapen kan formidles på og det kan ha en motiverende effekt.

Ellers gjelder det for alle bøkene, bortsett fra Bruun & Devik sin ifra 1943, at figurene består av hender som gjennomfører et eksperiment (Figur 10 og 40, side 61 og 85). Bungum (2013) har funnet at dette var vanlig i eldre lærebøker, ut fra mine funn finner man fortsatt dette. Det kan tenkes at dette har blitt en tradisjon i lærebøker i naturfag. I alle bøkene vil elevene oppleve at naturvitenskapen er fylt med strider, suksess, empiri og usikkerhet, noe som kan ha en motiverende effekt i formidlingen av fagstoffet (Angell et al., 2011a; Kolstø, 2008). Av eksemplene jeg viser til ovenfor, og av resultatene kan man se at flere av punktene i tabell 2 av Angell et al. (2011a) er ivaretatt i bøkene. På den andre siden er det vanskelig for meg i en lærebokanalyse å ta stilling til om elevene ville betraktet dette på den naturvitenskapelige måten, eller om deres forståelse ville beveget seg mot punktene som er vist for elevens (mis)oppfatning av naturvitenskapens egenart i tabellen.

Mine funn har for øvrig ikke tydelige tegn som viser at tiltak som SAPA fra 1967 og lignende har bidratt til å fremheve prosessdimensjonen, som Øyehaug (2014) peker på. I mitt utvalg er denne dimensjonen tilsynelatende vektlagt i hele mitt utvalg. Det er for øvrig viktig å huske at



disse tiltakene ikke er rettet direkte mot lærebøker, men mot generelle pedagogiske og didaktiske tiltak i skolen. Man kan uansett se noen ulikheter mellom eldre og nyere bøker. Dersom man betrakter disse to vinklingene sammen, kan det tyde på at det har vært en endring ifra de gamle bøkene, hvor det var mest fokus på «kun» de vitenskapelige ferdighetene, mot at det har blitt mer fokus på en helhetlig forståelse av naturvitenskapens egenart. Harkjerr (2004) fant som meg at det var mer fokus på et formativt danningsideal før enn nå, hvor utvikling av ferdigheter stod mer sentralt. Ut ifra hva læreplanene har fokusert på, er ikke dette overraskende. I læreplanverket for kunnskapsløftet er det flere eksempler som viser til hvor viktig forståelse av naturvitenskapen og dens egenart er for elevene (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Kanskje er dette et bidrag for å tilrettelegge for en kobling mellom produkt- og prosessdimensjonen, i likhet med hva Øyehaug (2014) har funnet indikasjoner på at kan være hensiktsmessig. Dette kan også være et resultat av det økende fokuset på at naturfaget skal være allmenndannende som Sjøberg (2009) poengterer, det holder ikke med kun vitenskapelige ferdigheter i dagens demokratiske og moderne samfunn. Det er bred politisk og faglig enighet om at naturvitenskap spiller en sentral rolle i et moderne samfunn, og burde ha en stor/større plass i skolen (Sjøberg & Schreiner, 2005). Ut ifra mine funn kan det gis indikasjoner på at elevene har mulighet til å få en bredere og mer helhetlig forståelse for faget og naturvitenskapen, særlig gjennom de to nyeste bøkene.

### **Egen erkjennelse- og naturvitenskapens struktur-vinkling**

Det kommer frem av resultatene at mange av eksemplene hvor man kan identifisere egen erkjennelse-vinklingen, kan man også se naturvitenskapens struktur-vinkling. Denne sammenhengen kommer tydelig frem av tabell 4, begge disse vinklingene står svakest i FYSIKK/KJEMI 7 og 8 og Nova 10. Førstnevnte vinkling handler om å vise til de kulturelle sidene ved faget. Dette er tydeligst i bøkene når tidligere forskning og forskere blir presentert, slik som Benjamin Franklin og Hans Christian Ørsted som man kan se i alle fem bøkene. Som påpekt er nettopp dette en måte å formidle naturvitenskapens egenart (Kolstø, 2008). De to siste bøkene vektlegger slike eksempler sterkest, hvor Tellus 9 skiller seg sterk ut ved at man møter «historiske rammer», til så å si hver del av elektrisitetslæren. Læreplanen som var gjeldende i denne perioden er også den eneste som tydelig har dette fokuset i målene for hva elevene skal lære (KUF, 1996). Det kan tenkes at dette er et forsøk på å innføre «historisk fysikk», for å rekruttere elever til skolefysikken, som Harkjerr (2004) peker på hadde vært fristende å se en innføring av. Kanskje kan dette være en følge av at O-faget her hadde blitt avskaffet, slik at

naturfaget måtte forsvare sin plass i skolen igjen. Dette historiske fokuset er ikke nødvendigvis bare positivt, Angell et al. (2011a) påpeker at det har vært kritikk mot fysikklæreplanen for videregående skole i 1997 om at: «Skulle elevene lære like mye om livet til Newton som om hans fysikk!?» (s. 119). Det kan for øvrig tenkes at denne kritikken har hatt en effekt i og med at egen erkjennelse-vinklingen er tillagt mindre vekt i Nova 10. Uavhengig av dette må vinklingen settes i en større sammenheng, slik at elevene ikke bare ser «who-did-what-when» som Roberts (1982) sier. For at denne vinklingen skal virke til sin hensikt må man se helheten, noe som innebærer at menneskenes evner, muligheter, hensikter og formål. Noe jeg mener bøkene legger til rette for i større eller mindre grad. For at dette skal være oppnåelig må elevene muligens få hjelp til å håndtere og se sammenhengen i lærebøkene, som blant annet Nelson (2006) og Groves (1995) peker på.

Ellers vises det i alle bøkene til både konkrete objekter som er utviklet til spesifikke formål, samt teorier, modeller og begreper og utviklingen av disse innenfor temaet. Det er et samspill mellom faktorene innen egen erkjennelse- og naturvitenskapens struktur-vinklingene, som Roberts (1982) beskriver. Disse er på den andre siden ikke uttrykt identisk i bøkene, men de er preget av tiden, og nødvendigvis av kulturelle forhold med tanke på når bøkene er skrevet. Dette er en selvfølge ut ifra hva som kjennetegner naturvitenskapen, og ut ifra pedagogiske ideer i blant annet læreplaner. Det som ble ansett som den beste måten å forklare noe på og kunnskapen vi hadde i 1921, vil ikke være det samme i 2015. Det samme påpekes av flere i teoridelen (Gundem, 1997; Harkjerr, 2004; Roberts, 1982 m.fl.). Ved at dette ivaretas i bøkene kan det være med på å styrke alle tre dimensjonene Sjøberg (2009) presenterer for å tilnærme seg et allmenndannende naturfag. Sjøberg og Schreiner (2005) sier at det er viktig å fremme at naturvitenskapen er en del av vår kulturarv fordi det har formet vår tenkning, verdensbilde og vår selvforståelse. Bøkene gjør nettopp dette, men på litt ulike måter. I de eldre bøkene kan det virke som dette kommer frem mer implisitt, og mer eksplisitt særlig i Tellus 9 og Nova 10. Det er derimot ikke sikkert slike implisitte faktorer i bøkene har mindre effekt enn eksplisitte. Svein Sjøberg sier at lærebøkers vinkling av stoffet, og implisitte budskap, kan være vel så varige i elevens sinn som det konkrete fagstoffet (referert i Nergård, 1994). Gjennom dette dersom bøkene benyttes riktig, vil de alle kunne bidra til at elevene får en helhetlig forståelse for faget, og hvordan elektrisitet har blitt en så stor del av vår hverdag. Fagets nytteaspekt styrkes gjennom dette, faget legitimeres gjennom at man ser den kulturelle og vitenskapelige utviklingen, og hva dette har ført til. Samt at elevene vil se at man kan takke naturfaget for mange av menneskenes brede evner og muligheter.

## **Riktige forklaringer-vinkling**

Riktige forklaringer-vinklingen er synlig i stor grad i hele mitt utvalg og det kan synes som dette er tillagt relativt stor vekt i langt tid i norsk skole. Bøkene har fokus på formidling av faktakunnskap, begreper, lover, teorier og modeller. Denne produktdimensjonen er godt kjent for å ha preget naturfaget, dette beskrives av flere (Angell et al., 2012; Groves, 1995; Knain, 2002; Millar, 2002; Sjøberg & Schreiner, 2005; Øyehaug, 2014). Harkjerr (2004) har funnet at i nyere bøker (1903-1969) så dominerer et figurativt danningsideal mer og mer, det er den teoretiske kunnskapen som står sentralt. Dette stemmer for så vidt overens med mine funn, avhengig av hva Harkjerr betrakter som «nyere» bøker. Dette idealet synes å stå sterkt i perioden for når bøkene i mitt utvalg ble skrevet. Nelson (2006) er kritisk til en slik tilnærming, hvor fakta ramses opp som om at dette er det riktige. Han mener dette kan føre til at elevene kun lærer seg forfatterens perspektiv på emnet. På den andre siden har ikke bøkene kun fokus på dette, det er som vi nå har sett mange vinklinger som er synlige i bøkene, ikke kun riktige forklaring-vinklingen. Et eksempel på dette er at, særlig i de to eldste bøkene, så er ofte eksperimentell kunnskap utgangspunkt for å formidle de riktige forklaringene. Dette sier Nelson (2006) er positivt, en bok må blant annet fremme at fakta og kunnskap skapes gjennom en aktiv prosess. Dette kan henge sammen med at produktdimensjonen som Sjøberg (2009) presenterer også henger sammen med naturvitenskapens egenart, hvor målet nettopp er å komme frem til lover, teorier, bevis og modeller (Øyehaug, 2014), altså produkter. At disse perspektivene henger sammen ser man også av hovedområdet «Forskerspiren» i dagens læreplan hvor det står: «I naturfagundervisningen framstår naturvitenskapen både som et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag, og som prosesser som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig kunnskap bygges og etableres...» (Utdanningsdirektoratet, 2013b). Uavhengig av om dette er lurt eller ikke har alle bøkene tilsynelatende stor vekt på riktige forklaringer, slik at de i det minste legger til rette for at elevene skal få en bred kunnskap om elektrisitet.

## **Solid grunnlag- og riktige forklaringer-vinkling**

En annen sammenheng man ser av resultatene er at riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinklingene er nært knyttet sammen i enkelte eksempler. Sistnevnte er en åpen kategori og eksempler hvor denne er lettest å se i bøkene, er når det er sterkt fokus på å fremme en dyp og grunnleggende forståelse for fagstoffet. Solid grunnlag- vinklingen skal gi svar på spørsmålet om hvorfor elevene skal lære om elektrisitet til hensikt for videre utdanning, yrke og liv. Ofte

er det styringer fra høyere hold som sier noe om dette. I Norge er det læreplanen som er det viktigste rådgivende dokumentet. Øyehaug (2014) har funnet at i dagens læreplan er det produkter som står sterkest, det kan også se ut på tidligere læreplaner at denne dimensjonen har vært tydelig. Kanskje kan dette være en grunn til at jeg finner likheter mellom riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinklingene.

Begge disse vinklingene kommer frem gjennom at det blir brukt en mengde begreper, det brukes ulike representasjonsformer, og det benyttes både modeller og analogier for å forklare fagstoffet. Den representasjonsformen det kan se ut som står sterkest er den begrepsmessige, men det benyttes også andre, blant annet matematisk-symbolsk, som nevnt i første del av drøftingen. Dette kan bidra til at elevene får en grunnleggende forståelse for fagstoffet og se sammenhengen mellom alle elementene i elektrisitetslæren (Angell et al., 2011a; Dolin, 2002). Man kan for øvrig se en utvikling i retning av at analogier blir brukt mer når man går mot nyere tid, men skalamodeller og matematiske modeller og matematisk-symbols representasjonsform står sterkere jo lenger tilbake vi går i tid. I Nova 10 møter man eksempelvis både ertemodellen (her bordtennisballer), skiheisanalogien og vannstrømanalogien, mens Ohms lov og andre matematiske uttrykk er tilnærmet fraværende. Med andre ord så ser man mer bruk av vitenskapelige modeller for å beskrive elektrisiteten i bøkene frem til FYSIKK/KJEMI 7 og 8 ifra 1976, og fra og med denne boka så kan man identifisere mer bruk av pedagogiske modeller.

Tankene bak denne utviklingen er nok gode, og kan antas å være på grunn av det Niebert (2011) og Angell et al. (2011a) peker på, at dette er et nødvendig hjelpemiddel for å begripe fysikken. Spesielt når man behandler elektrisitet som er så lite konkret og vanskelig å visualisere (Angell et al., 2011a). På den andre siden har Bungum (2013) poengtert at elever kan ha vanskeligheter med å forstå slike modeller. Samtidig må disse utnyttes til sitt fulle og svakheter må belyses (Angell et al., 2011a; Heywood, 2002). I FYSIKK/KJEMI 7 og 8 er det indikasjoner på at analogiene ikke benyttes til sitt fulle potensiale. Her kunne man eksempelvis koblet inn begrepene resistans og motstand til vannmodellanalogen (Figur 13, side 61). Det er for så vidt ingen av bøkene som gjør rede for modellenes begrensninger som Angell et al. (2011a) og Heywood (2002) sier er kritisk i elektrisitetslæren. Det er jo tydelig at blant annet ertemodellen er mye brukt, men ingen gjør rede for at elektronene i en ledning har raske termiske bevegelser i alle retninger, eller at enkelte elektroner vil bevege seg i motsatt retning selv om det er en netto drift mot en retning. Dette kan være en del som har falt utenfor gjennom den kritiske utvelgelsen av hva som behandles i bøkene som følge av det overbelastede pensumet i faget

(Millar, 2002). På den andre siden vil det kanskje være lærerens oppgave mer enn lærebokas å gjøre rede for disse sidene ved modeller og analogier. Harrison og Treagust (2006) peker nettopp på dette, at flere lærebokforfattere unngår bruk av slike modeller fordi de ikke har kontroll på hvordan elevene vil tolke og bruke dem. De vil heller ikke kunne kontrollere om lærerne hjelper dem med dette.

På bakgrunn av funnene ovenfor kan bøkene Fysikk for middelskolen, Fysikk for realskolen og de to første klassene i gymnaset og til dels FYSIKK/KJEMI 7 og 8 oppfattes som mer abstrakte, og at nivået oppfattes høyere på bakgrunn av de begrepsmessige- og matematisk-symbolske representasjonsformer, enn i de to nyeste bøkene. Definisjonen av strøm i Fysikk for middelskolen ligger på et betraktelig høyere fysikknivå, enn definisjonen av strøm i Nova 10. Det kan derimot tyde på at figurene i enkelte tilfeller har hatt en motsatt endring. En sentral endring som er verdt merke seg, som faller innenfor riktige forklaring- og solid grunnlag-vinklingene, er noe man bare kan se i Nova 10. Dette er den eneste boka hvor det gjøres rede for misoppfatninger og hverdagsforestillinger knyttet til elektrisitet. Dette vektlegger blant annet Häussler og Hoffmann (2000) og Roseman et al. (2001). Elektrisitet er et tema som ofte kan være lite håndgripelig for elevene, det er ikke noe konkret vi kan ta og se på, slik at feilaktige forestillinger kan lett oppstå (Angell et al., 2011a; Niebert, 2011). Nova 10 forsøker å formidle fagstoffet slik at elevene ikke skal «lære» seg en-pol-modellen og strømforbruksmodellen gjennom eksempelet i figur 38 (Side, 84). Dette fører til at elevene vil tilegne seg de aksepterte forklaringene i naturvitenskapen, samt at det vil forberede dem til videre studier og yrke i henhold til riktige forklaringer- og solid grunnlag-vinklingene. Alt i alt ser man flere indikasjoner på at dette er representert i hele mitt utvalg. Noe som tilsier at bøkene har potensiale til å forberede elevene til sitt videre liv, med riktige forklaringer innenfor naturvitenskapen som grunnlag.

### **Naturvitenskap, teknologi og beslutninger-vinkling**

Naturvitenskap, teknologi og beslutninger-vinklingen har jeg ikke funnet indikasjoner på i noen av bøkene i mitt utvalg. Det er vanskelig å si noe om hvorfor dette er tilfellet. Kanskje kan det tenkes at lærebøker i naturfag ikke vil vise til sine egne «negative» sider. Naturfaget og dens vitenskap har bidratt til å løse mange problemer, og er en svært viktig del av samfunnet. Det ville kanskje være pinlig å vise sider som faget ikke har noe svar på. På den andre siden har jeg kun sett på et tema i lærebøkene, og det er muligens ikke i forbindelse med temaet elektrisitet det er mest naturlig å behandle naturvitenskapens begrensninger i en naturfagslærebok.

## 6 Avslutning

I denne undersøkelsen har jeg undersøkt hvilket fagstoff og begreper som står sentralt, i tillegg til å se på hvordan fagstoffet vinkles, i naturfaglærebøker. Det spesifikke formålet med oppgaven var å finne ut hvordan temaet elektrisitet har endret seg over en tidsperiode.

Med tanke på det første forskningsspørsmålet så er det flere indikasjoner på at bøkene er overraskende like med tanke på både fagstoff, begreper og strukturen man møter. Selv om bøkene i utgangspunktet virker veldig like med tanke på overskrifter og hva de behandler kan de virke svært ulike ut ifra hvilke sammenligninger, sammenhenger, modeller, figurer og eksempler som blir brukt for å forklare fysikken (Roberts, 1982). Disse ulikhetene ser tilsynelatende ut til å være et resultat av den kulturelle konteksten de er skrevet i. De er preget av læreplaner og faglige, pedagogiske og didaktiske ideologier. Dette har ført til endringer både med tanke på innhold, struktur, tenkemåter og metoder (Sjøberg, 2009). Man ser blant annet i bøkene at vi har kommet lang i naturvitenskapen siden 1921, og naturvitenskapens nytteverdi tydeliggjøres mer eksplisitt jo nærmere vår tid vi kommer. Det kan se ut til at vi er på vei bort ifra en abstrakt og idealisert elektrisitetslære, og heller mot at elevene skal få en mer allmenndannende forståelse. På den andre siden er det kanskje flere indikasjoner på at tradisjoner preger bøkene i stor grad, men det er også kjent at selv om eksempelvis læreplaner kan endre seg drastisk over natten, så endrer lærebøker seg mer gradvis (Angell et al., 2011a). Noe som kan være en grunn til stabiliteten jeg finner.

Med tanke på det andre forskningsspørsmålet har Roberts (1982) påpekt at alle de sju vinklingene bør ivaretas i lærebøker. At Nelson (2006) sier at lærebøkene bør vise til flere sider ved det samme emnet tilsier det samme. Gjennom dette kan elevene tilegne seg en helhetlig forståelse for faget, i dette tilfellet elektrisitetslæren. Jeg har i mitt utvalg funnet at alle bøkene ivaretar seks av vinklingene, i større eller mindre grad. Den sjuende som er «Naturvitenskap, teknologi og beslutninger», har jeg ikke funnet indikasjoner på. Dette betyr nødvendigvis ikke at denne vinklingen ikke er tilstede i bøkene. Dersom jeg hadde tatt for meg alle kapitlene i bøkene kan man anta at denne vinklingen ville vært representert. Til tross for dette er det klare tegn på at bøkene ivaretar ulike syn på emnet. Stoffet vinkles til seks av de sju vinklingene, selv om disse kommer til uttrykk på ulike måter, avhengig av når bøkene er skrevet. Disse endringene kommer hovedsakelig til uttrykk ved at det er mer fokus på fagstoffets bidrag til en hverdagsmestring, jo nærmere vi kommer dagen i dag. Samtidig kan man også se en endring

mot at vinklingene om naturvitenskapens egenart og egen erkjennelse kommer mer eksplisitt frem i nyere bøker. Dette vil kanskje ikke være overraskende med tanke på at samfunnets utvikling innenfor temaet elektrisitet har vært enorm de siste tiår.

Jeg minner om problemstillingen: *Hvordan har temaet elektrisitet endret seg i lærebøker for ungdomstrinnet fra 1921 til 2015?*

Det kan i bøkene synes å være en overraskende stabilitet i elektrisitetenskapitlene med hensyn til begge mine forskningsspørsmål. Jeg ser en stabilitet både med tanke på hvilket fagstoff og begreper som er behandlet, og hvilke vinklinger og hensikter det som presenteres har. Andre studier viser også til en stabilitet i naturfaglærebøker (se Bungum, 2008; Bungum, 2013). Foruten de «åpenbare» endringene man kan forvente å se, på bakgrunn av at lærebøkene er et uttrykk for fagets tenkning og utvikling, samt pedagogisk og didaktisk tekning, og en modernisering av de visuelle virkemidlene, kan det virke som at tradisjonene står sterkt. At jeg finner dette kan være et resultat av at jeg bruker Roberts (1982) sine kategorier, disse er basert på hva som har vært typisk i naturfaget over 80 år. Det er i all hovedsak fokus på begreper, lover, teorier og den elementære fysikken i alle bøkene, men elektrisitetens utvikling og plass både i samfunnet og i naturvitenskapens kan synes å ha ført til at nytteaspektet, naturvitenskapens egenart og pedagogiske tiltak står sterkere i nyere lærebøker. Jeg vil til tross for dette si at gjennom bøkene fagstoff og vinklinger vil elevene ha mulighet til å få en helhetlig forståelse og bred orientering innenfor temaet elektrisitet, dersom lærebøkene brukes på en hensiktsmessig måte. Dette på lik linje med hva Roberts (1982) poengterer: «The task of the [curriculum] reviser is to see that what [the student] learns is appropriate, and that through what he has learned he will be able to grasp the significance of the discipline as a whole» (Roberts, 1982, s. 252). For å sammenfatte alle de største endringene innenfor temaet elektrisitet i lærebøker kan det virke som at fagstoffet i større grad er atomisert i eldre bøker, men nærmere vår tid blir det mer og mer kontekstualisert. I tillegg ser man at nyere bøker er mer elevorienterte i motsetning til eldre fagorienterte lærebøker.

Min analyse har som jeg har pekt på underveis i oppgaven ulike begrensninger, dette gjelder utvalget av lærebøker, at jeg ser kun på ett kapittel i hver av dem, og at jeg har fokus på to spesifikke forskningsspørsmål. I tillegg har jeg gjort en utvelgelse av eksempler ifra bøkene i datagenereringen. På bakgrunn av betydningen og rollen lærebøker har i skolen som påpekes av flere (Bachmann, 2005; Nelson, 2006; Regjeringen, 1998; Rønning et al., 2008) mener jeg uansett at mitt arbeid har reist sentrale problemstillinger, både knyttet til utforming og bruk av

lærebøker. Mitt arbeid kan fungere som utgangspunkt for videre studier på lærebøker, men også oppimot læreplaner. Samtidig kan mine funn være med å åpne for noen refleksjoner angående valg av lærebøker, og bruk av disse i praksis. Gjennom min analyse kan det være mulig å trekke paralleller til elevenes skolegang. Undersøkelsen min viser at lærebøker kan fremme mange sider ved naturfaget og dens vitenskap. Dette krever at de brukes riktig og elevene får hjelp til å bruke dem på en hensiktsmessig måte og i hensiktsmessige situasjoner.



# Litteraturliste

- Amettler, J., Leach, J. & Scott, P. (2007). Using perspectives on subject learning to inform the design of subject teaching: an example from science education. *The Curriculum Journal*, 18(4), 479-492.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011a). *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Angell, C., Flekkøy, E. G. & Kristiansen, J. R. (2011b). *Fysikk for lærere*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Angell, C., Henriksen, E. K. & Isnes, A. (2003). Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av! Fysikkfaget i norsk utdanning: innhold - oppfatninger - valg. I B. Bungum, & D. Jorde (Red.), *Naturfagdidaktikk: perspektiver, forskning, utvikling* (s. 165-198). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Angell, C., Henriksen, E. K. & Kind, P. M. (2012). FYS 21—et prosjekt om modellering og vitenskapelig arbeids-og tenkemåte i fysikkundervisningen. *NorDiNa*, 3(1), 86-92.
- Angvik, M. (1982). Skolebokanalyse som tema for lærerutdanning og forskning. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 66(10), 367-379.
- Arnesen, N. (2002). *Gammel jord gjennom ny teknologi* (Mastergradsavhandling). Oslo: Universitetet i Oslo.
- Bachmann, K. E. (2005). *Læreplanens differens: Formidling av læreplanen til skolepraksis* (Doktorgradsavhandling). Trondheim: NTNU.
- Brandt, T. & Frøshaug, J. (1976). *FYSIKK/KJEMI 7 og 8: for sjuende og åttende skoleår i grunnskolen*. Oslo: Aschehoug.
- Brekke, M. (2006). Analyse og fortolkning av tekst i forskningen. I M. Brekke (Red.), *Å begripe teksten: om grep og begrep i tekstanalyse* (s. 19-39). Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (2010). *Kvalitative metoder: en grundbog*. København: Reitzel.
- Bungum, B. (2008). Images of physics: an explorative study of the changing character of visual images in Norwegian physics textbooks. *NorDiNa*, 4(2), 132-141.
- Bungum, B. (2013). Textbook images: how do they invite students into physics? *Physics Education*, 48(5), 648-655.
- Chiappetta, E. L., Sethna, G. H. & Fillman, D. A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of research in science teaching*, 30(7), 787-797.
- Dolin, J. (2002). *Fysikkfaget i forandring* (Doktorgradsavhandling). Danmark: Roskilde Universitet.
- Ekeland, P. R., Johansen, O. I., Rygh, O. & Strand, S. B. (1998). *Tellus 9: natur- og miljøfag for ungdomstrinnet*. Oslo: Aschehoug.
- Feynman, R. P. (1998). *The meaning of it all*. London: Allen Lane the Penguin Press.
- Goodlad, J. I. (1979). *Curriculum Inquiry: The Study of Curriculum Practice*. New York: McGraw-Hill.
- Groves, F. H. (1995). Science vocabulary load of selected secondary science textbooks. *School Science and Mathematics*, 95(5), 231-235.
- Gundem, B. B. (1997). *Læreplanhistorie: historien om skolens innhold som forskningsfelt: en innføring og noen eksempler*. Universitetet i Oslo: Pedagogisk forskningsinstitutt.
- Harkjerr, T. (2004). Isaachsens lærebøker i fysikk for realgymnasene - et hundreårsjubileum. *Fra Fysikkens Verden*, 1(66), 9-19.

- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2006). Teaching and Learning with Analogies - Friend or Foe? I P. J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Red.), *Metaphor and Analogy in Science Education* (s. 11-24). Nederland: Springer.
- Havig, S., Holmsen, A. & Strøm, O. (1921). *Fysikk for middelskolen* (3. utg.). Kristiania: Cappelen.
- Heywood, D. (2002). The place of analogies in science education. *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 233-247.
- Holme, I. M. & Solvang, B. K. (1996). *Metodevalg og metodebruk* (3. utg.). Oslo: TANO.
- Hurd, P. D. (1969). *New directions in teaching secondary school science*. Chicago: Rand McNally.
- Häussler, P. & Hoffmann, L. (2000). A curricular frame for physics education: Development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science education*, 84(6), 689-705.
- Imsen, G. (1997). *Lærerenes verden: innføring i generell didaktikk*. Oslo: Tano Aschehoug.
- Imsen, G. (2009). *Lærerenes verden: innføring i generell didaktikk* (4. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Isnes, A. (2005). Nye læreplaner i norsk skole – hva og hvorfor? *NorDiNa*, 1(2), 86-90.
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Jensen, L. B. (2011). *Indføring i tekstanalyse* (2. utg.). Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg.). Oslo: Abstrakt forlag.
- Johnsen, E. B. (1999). Læreboken. I E. B. Johnsen, E. Michaelsen, C. F. Ytter, J. P. Aasen, A. Turmo, O. Herbjørnsen, T. Berg, A. B. Sæbø, T. Takle, & E. Kolflaath (Red.), *Lærebokkunnskap - Innføring i sjanger og bruk* (s. 9-15). [Oslo]: Tano Aschehoug.
- Jordet, A. N. (2009). *Uteskole og tilpasset opplæring*. Hentet 28.01.2016 fra <http://www.naturesekken.no/artikkel/vis.html?tid=1113228>
- Kjeldstadli, K. (1997). Å analysere skriftlige kilder. I E. Fossåskaret, O. L. Fuglestad, & T. H. Aase (Red.), *Metodisk feltarbeid: produksjon og tolkning av kvalitative data* (s. 207-233). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kjølørød, L. (2010). Om å følge vinden dit den blåser. Et problemdrevet design tar form. I D. Album, K. Widerberg, & M. N. Hansen (Red.), *Metodene våre: eksempler fra samfunnsvitenskapelig forskning* (s. 271-285). Oslo: Universitetsforlaget.
- Knain, E. (2001). *Naturfagets tause stemme*. Oslo: Norsk sakprosa.
- Knain, E. (2002). *Naturfagboka i praksis - Om tolv naturfagelever og deres lærebok*. (Høgskolen i Vestfold Rapport nr. 10, 2002). Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Knain, E. & Hugo, A. (2007). Pendelen mellom erfaring og representasjon - en fagdidaktisk modell for 'science literacy'. I S. Matre, & T. L. Hoel (Red.), *Skrive for nåtid og framtid 1 - Skrivning i arbeidsliv og skole* (s. 333-348). Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Kolstø, S. D. (2008). Science education for democratic citizenship through the use of the history of science. *Science & Education*, 17(8), 977-997.
- Kolstø, S. D. (2009). Vektlegging av lesing i naturfaget. Del 1: Vil den nye norske læreplanen i naturfag øke elevenes lesekompetanse? *NorDiNa*, 5(1), 61-74.
- KUD. (1885). *Undervisningsplan for Middelskolerne og Gymnasierne: vedtaget den 1ste Marts 1885*. Christiania: Chr. Schibsteds Bogtrykkeri.
- KUD. (1939a). *Normalplan (mønsterplan) for landsfolkeskolen*. Oslo: Aschehoug.
- KUD. (1939b). *Normalplan for byfolkeskolen*. Oslo: Aschehoug.
- KUD. (1974). *Mønsterplan for grunnskolen*. Oslo: Aschehoug.

- KUF. (1996). *Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen*. Oslo: Nasjonalt læremiddelsenter.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Lie, S., Angell, C. & Rohatgi, A. (2008). *Fysikk i fritt fall? TIMSS Advanced 2008 i videregående skole*. Oslo: Unipub.
- Lynggaard, K. (2012). Dokumentanalyse. I S. Brinkmann, & L. Tanggaard (Red.), *Kvalitative metoder: empiri og teoriutvikling* (s. 153-171). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Millar, R. (2002). Towards a Science Curriculum for Public Understanding. I S. Amos, & R. Boohan (Red.), *Teaching science in secondary schools* (s. 113-129). London og New York: Routledge/Falmer.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Mæland, B. (2013). *Begrepet energi i norske lærebøker i naturfag* (Mastergradsavhandling). Oslo: Universitetet i Oslo.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? *NorDiNa*, 2(2), 16-27.
- Nergård, T. (1994). *Hvor er det blitt av naturfagene på barnetrinnet? En undersøkelse av o-fag i 4.-6. klasse* (Hovedoppgave i realfagdidaktikk). Oslo: Universitetet i Oslo.
- Niebert, K. (2011). *Conceptual Change by Metaphorical Change*. Hentet 21.10 fra [http://www.kainiebert.de/Kai\\_Niebert/Forschung/Eintrage/2011/3/8\\_Conceptual\\_Change\\_by\\_Metaphorical\\_Change.html](http://www.kainiebert.de/Kai_Niebert/Forschung/Eintrage/2011/3/8_Conceptual_Change_by_Metaphorical_Change.html)
- Olsen, R., Guldahl, Ø., Henriksen, E., Jerstad, P., Johansen, A., Kind, P. & Aamot, E. (2004). Fysikk for framtiden: En drøfting av og grunnlag for framtidig læreplan i fysikk. Norsk fysikklærerforening.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692-720.
- Regjeringen. (1998). *St.meld. nr. 32 (1998-99)*. Hentet 28.01.2016 fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stmeld-nr-32-1998-99/id192308/?ch=4>
- Repstad, P. (2007). *Mellom nærhet og distanse: kvalitative metoder i samfunnsfag* (4. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (3. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Roberts, D. A. (1982). Developing the Concept of "Curriculum Emphases" in Science Education. *Science education*, 66(2), 243-260.
- Roseman, J. E., Kulm, G. & Shuttleworth, S. (2001). Putting textbooks to the test. *ENC Focus*, 8(3), 56-59.
- Rønning, W., Fiva, T., Henriksen, E., Krogtoft, M., Nilsen, N., Skogvold, A. & Solstad, A. (2008). *Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring: analyse av læreplan og et utvalg læreverk i naturfag, norsk og samfunnsfag*. (NF Rapport nr. 2, 2008) Bodø: Nordlandsforskning.
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). ROSE: The relevance of science education. Sowing the seeds of ROSE. *Acta didactica*, 4.
- Sheils, J. (2012). The electric vocabulary. *Physics Education*, 47(1), 78.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Sjøberg, S. (2012). Fagdidaktisk forskning i naturfag, et tilbakeblikk. I T. N. Hopfenbeck, M. Kjærnsli, & R. V. Olsen (Red.), *Kvalitet i norsk skole: internasjonale og nasjonale undersøkelser av læringsutbytte og undervisning* (s. 266-275). Oslo: Universitetsforlaget.

- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2005). Naturfag og teknologi i skole og samfunn: Interesse og rekruttering. I M. Raabe, P. O. Aamodt, A. M. R. Holseter, N. M. Stølen, & O. Raaum (Red.), *Utdanning* (s. 191-213). Oslo: SSB og UFD.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). The ROSE project: An overview and key findings *Revidert rapport til Eurydice*: Universitetet i Oslo.
- Steineger, E. & Wahl, A. (2015). *Nova 8-10: naturfag for ungdomstrinnet: [Elevbok] 10*. Oslo: Cappelen Damm.
- Stocklmayer, S. M. & Treagust, D. F. (1994). A historical analysis of electric currents in textbooks: A century of influence on physics education. *Science & Education*, 3(2), 131-154.
- Sundblad, B. & Allard, B. (1987). Läroböcker, inläring och intellektuell utveckling. I T. Rönström (Red.), *Skolböcker 3: Den (o)möjliga läroboken. Rapport från Läromedelsöversynen* (s. 39-93). Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- Sæther, J. (1998). *Grunnskulens naturfag - som ideologiberande fag: Skulelover, læreplanar, lærebøker og debatt*. Hentet 28.01.2016 fra <http://www.fagsider.org/js/grunnsku.htm>
- Tjora, A. H. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Utdanningsdirektoratet. (2011). *Generell del av læreplanen - Det allmenndanna mennesket*. Hentet 17.11.2015 fra <http://www.udir.no/Lareplaner/Kunnskapsloftet/Generell-del-av-lareplanen/Det-allmenndanna-mennesket/>
- Utdanningsdirektoratet. (2013a). *Læreplan i naturfag - Formål*. Hentet 25.11.2015 fra <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Formaal>
- Utdanningsdirektoratet. (2013b). *Læreplan i naturfag - Hovedområder*. Hentet 21.01.2016 fra <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Hovedomraader>
- Utdanningsdirektoratet. (2013c). *Læreplan i naturfag - kompetansemål*. Hentet 12.02.2016 fra <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Kompetansemaal?arst=98844765&kmsn=-1974299133>
- Wells, C. G. (1999). *Dialogic inquiry: towards a sociocultural practice and theory of education*. New York: Cambridge University Press.
- Øyehaug, A. B. (2014). *Små forskere lærer naturfag. En longitudinell studie av elever som lærer naturvitenskapens produkt og prosess med utgangspunkt i den norske læreplanen* (Doktorgradsavhandling). Oslo: Universitetet i Oslo.