

# Teknologi som en del av fysikkfaget i videregående skole

Utvikling og utprøving av et undervisningsopplegg om elektroniske sensorer

**Brit Nes**

Master i lærerutdanning med realfag

Oppgaven levert: Juni 2008

Hovedveileder: Berit Bungum, PHYS

Biveileder(e): Nils Kristian Rossing, MATH



## Sammendrag

Oppgaven tar for seg teknologiens plass i fysikkundervisningen i videregående skole. I de nye læreplanene fra Kunnskapsløftet har det kommet et nytt hovedområde Fysikk og teknologi, med fokus på moderne elektronikk. I forbindelse med dette har jeg utviklet et instrument hvor det inngår ulike elektroniske komponenter som er relevante for de nye kompetansemålene i læreplanen.

I tilknytning til instrumentet har jeg utviklet et undervisningsopplegg, som har til hensikt å vise elevene noen av de teknologiske sidene av fysikkfaget. Jeg har også skrevet et labhefte og en lærerveiledning til undervisningsopplegget.

Tidligere har moderne elektronikk først blitt introdusert for elever på universitets- eller høyskolenivå. Derfor var det interessant å undersøke hvordan dette ville bli tatt i mot av elever på videregående skole. Jeg var interessert i å se på elevenes mottagelse av temaet som helhet, men også mer spesifikt deres mottagelse av undervisningsopplegget som jeg har utviklet. Dette resulterte i følgende forskningsspørsmål:

- Hva var elevenes forhold til dette temaet før undervisningen av emnet starter?
- Hvordan ble temaet og undervisningsopplegget tatt i mot av elevene?
- Ivaretar undervisningsopplegget de teknologiske sidene av faget?
- Hvilke utfordringer står vi ovenfor dersom vi skal vise elevene de teknologiske sidene av faget?

Opplegget ble prøvd ut i to *Fysikk 1*- klasser. Jeg gjennomførte spørreundersøkelser både før og etter at elevene hadde fått undervisning i emnet, for å få svar på forskningsspørsmålene.

Resultatene fra denne undersøkelsen kan tyde på at elever generelt har lite forkunnskaper i elektronikk, men at det er et tema som de er interesserte i å lære om. Elevene virker positive ovenfor det nye temaet i læreplanen. Resultatene indikerer også at moderne elektronikk blir sett på som relativt vanskelig, noe som gir ekstra utfordringer til den som organiserer undervisningen.

Mine konklusjoner i forhold til undervisningsopplegget er at det legger til rette for arbeid med flere teknologiske kompetanser og at det kan gi elevene et innblikk i teknologisk virksomhet. I tillegg har det vist seg at opplegget legger til rette for tilpassa opplæring, samarbeid blant elevene og konkretisering av lærestoffet i lærebøkene.

Utviklingen av undervisningsopplegget og analysen av det innsamlede materialet har resultert i spesifikke anbefalinger med hensyn på vinklinger av temaet, gjennomføring og tidsbruk.

## Forord

Arbeidet med masteroppgaven har bydd på både faglige og fagdidaktiske utfordringer. I utviklingen av instrumentet fikk jeg utfordret de faglige kunnskapene jeg har ervervet meg gjennom fysikkstudiene mine på NTNU. Og det teknologiske utgangspunktet for oppgaven har tvunget meg til å studere læreplanen og lærebøkene med nye, ”teknologiske øyne”. Som elev og student har elektrisitet og elektronikk alltid vært min svakeste side. *Derfor* valgte jeg den instrumentelle veien i fysikkstudiene mine, og *derfor* valgte jeg å skrive denne oppgaven som handler om elektronikk i fysikkundervisningen. Jeg er veldig fornøyd med disse valgene. Nå gleder jeg meg til jeg får muligheten til å undervise i *Fysikk og teknologi* neste år, og til å prøve ut undervisningsopplegget jeg har utviklet, i min egen klasse.

Takk til...

Veileder Berit Bungum for god og konstruktiv veiledning, for at hun har gitt meg frie tøyler og for hennes tilgjengelighet.

Faglig veileder Nils Kristian Rossing for gode råd i utforming av labheftet og lærerveiledning, og for korrekturlesing av teori.

Amund Gjende for innspill i forbindelse med teori til instrumentet.

De to fysikklærerne og alle elevene for at jeg fikk slippe til i klasserommet deres.

Klassekamerater, venner og familie for støttende ord når ting har gått litt trådt.

NTNU, mai 2008

Brit Nes

## **Innhold**

|  |    |
|--|----|
| <b>Sammendrag</b> .....  | 1  |
| <b>Forord</b> .....  | 3  |
| <b>1. Innledning</b> .....                                       | 7  |
| 1.1 Bakgrunn for oppgaven .....                                  | 7  |
| 1.2 Fokus og problemstilling i oppgaven .....                    | 10 |
| 1.3 Oppbygging av oppgaven .....                                 | 10 |
| <b>2. Fysikk og teknologi</b> .....                              | 12 |
| 2.1 Utviklingen av fysikkfaget .....                             | 12 |
| 2.2 Teknologien tilbake, men ikke et ”verkstedfag”? .....        | 16 |
| 2.3 Teknologiske kompetanser .....                               | 18 |
| 2.4 Forholdet mellom fysikk og teknologi .....                   | 20 |
| 2.5 Fysikk og teknologi i samme klasserom .....                  | 22 |
| 2.6 Lærebøkens tolkning av kompetansemålene .....                | 25 |
| <b>3. Utvikling og utprøving av undervisningsopplegget</b> ..... | 28 |
| 3.1 Ide og utvikling .....                                       | 28 |
| 3.2 Innhold i undervisningsopplegget .....                       | 30 |
| 3.3 Omfang og vanskelighetsgrad .....                            | 30 |
| 3.4 Hensikt .....  | 31 |
| 3.5 Utprøving og erfaringer .....                                | 32 |
| Labheftet .....  | 32 |
| Utprøving ved skole 1 .....                                      | 33 |
| Utprøving ved skole 2 .....                                      | 34 |
| <b>4. Metoder i undersøkelsen</b> .....                          | 37 |
| 4.1 Metoder for utprøving av undervisningsopplegget .....        | 37 |
| Utvalg av klasser .....  | 37 |
| Min rolle .....  | 38 |
| 4.2 Innsamling og analyse av empirisk materiale .....            | 39 |
| Spørreskjema .....   | 39 |
| Kartlegging av forkunnskaper i elektronikk .....                 | 40 |
| Elevenes evaluering .....  | 40 |
| Hvordan ble empirisk materiale analysert .....                   | 41 |
| <b>5. Resultater fra empirisk materiale</b> .....                | 43 |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.1 Kartlegging av forkunnskaper i elektronikk.....   | 43        |
| Transistoren?.....  | 43        |
| Sensorer?.....  | 44        |
| Lysdioden?.....   | 45        |
| Åpnet instrument?.....  | 45        |
| Arbeide med elektronikk?.....   | 46        |
| 5.2 Elevenes evaluering.....  | 46        |
| Datablad?.....  | 47        |
| Var dette en annerledes øving?.....   | 47        |
| Viktigste lærdom?.....  | 48        |
| Hva var bra?.....   | 49        |
| Hva var ikke bra?.....  | 50        |
| Hva synes du om ”Halvlederteknologi” i forhold til andre tema?..                                      | 50        |
| Har du mer eller mindre lyst til å arbeide med elektronikk etter å<br>ha vært igjennom emnet?.....    | 51        |
| 5.3 Labheftet .....   | 51        |
| 5.4 Sammenligning av de to klassene.....  | 52        |
| Holdninger til undervisningsopplegget.....  |           |
| Forskjeller i gjennomføringen?.....   |           |
| <b>6. Diskusjon.....</b>  | <b>54</b> |
| 6.1 Hva er elevenes forhold til temaet Halvlederteknologi før<br>undervisningen starter?.....         | 54        |
| 6.2 Hva synes elevene om temaet etter endt undervisning?.....   | 56        |
| 6.3 Hvordan ble undervisningsopplegget ”Bygg en fuktighetsmåler” tatt i mot?                          | 58        |
| 6.4 Forbehold i tolkningene.....  | 61        |
| 6.5 Hvilke utfordringer står vi ovenfor dersom vi skal vise elevene de<br>teknologiske sidene av..... | 61        |
| Rammer og tradisjoner.....  | 62        |
| Lærerens kompetanse .....   | 63        |
| Ressurser .....   | 63        |
| Faglig nivå - tilpasset til elevene .....   | 63        |
| Relevans i forhold til læreplanen .....   | 64        |
| 6.6 Ivaretar undervisningsopplegget de teknologiske sidene av fysikkfaget?                            | 64        |

|   |    |
|---|----|
| Er det mulig å gi et reelt bilde av teknologi som virksomhet? ... | 67 |
| 6.7 Læringsutbytte fra et teknologisk ståsted .....               | 68 |
| <b>7. Konklusjon</b> .....  | 70 |
| 7.1 Undervisningsopplegget: Fordeler og anbefalninger .....       | 70 |
| 7.2 Konklusjon: Teknologiens plass i fysikkundervisningen .....   | 71 |
| <b>8. Litteraturliste</b> .....                                   | 73 |

## Appendiks

Spørreundersøkelse: Kartlegging av forkunnskaper

Spørreundersøkelse: Elevenes evaluering

Labhefte: *Bygg en fuktighetsmåler*

Lærerveiledning: *Bygg en fuktighetsmåler*



# 1. Innledning

Denne oppgaven handler om teknologi som tema i programfaget fysikk. Teknologi har nå fått økt oppmerksomhet i læreplanen, og i forbindelse med det har jeg utviklet et undervisningsopplegg som har til hensikt å vise de teknologiske sidene av faget.

## 1.1 Bakgrunn for oppgaven

”Kunnskapsløftet” er den nye reformen som nå innføres i grunnskolen og videregående opplæring. I forbindelse med denne reformen er det kommet en rekke endringer i skolens innhold, struktur og organisering på alle trinn. Reformen startet i august 2006 og omfatter fra denne høsten (2007) elevene på 1.-10. trinn i grunnskolen og på første og andre trinn i videregående opplæring. Fra skoleåret 2008-2009 vil innføringen av Kunnskapsløftet være realisert på alle trinn i videregående skole.

I de nye læreplanene er det formulert klare mål for hvilke kompetanser elevene skal erverve seg gjennom skoleåret. Det er fylkene som finansierer videregående opplæring og hvert fylke har dermed stor frihet med hensyn til organisering av opplæringen. Det er altså fra nå av lokal valgfrihet når det gjelder arbeidsformer, læremateriell og organisering av opplæringen. Den tidligere læreplanen sa oss, i mye større grad, hva elevene skulle *gjøre*. Nå er det metodefrihet. Dermed har skolene bedre anledning til å velge hvordan de vil gjennomføre undervisningen. Hvorvidt elevene blir introdusert for praktiske læringsaktiviteter kommer altså an på læreren og lokale forhold, og det kan ha innvirkning på hvordan faget tar form.

Et av de nye hovedområdene som er kommet i programfaget fysikk i forbindelse med de nye læreplanene er *Fysikk og teknologi*. Hovedområdet handler om fysiske prinsipper som ligger til grunn for noen komponenter i moderne teknologi (Utdanningsdirektoratet 2006). Videre dreier det seg om viktige forutsetninger og begrensninger i teknologien. Kompetansemålene for elever på Fysikk 1 er som følger:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:

- gjøre rede for forskjellen mellom ledere, halvledere og isolatorer ut fra dagens atommodell, og forklare doping av halvleder
- sammenligne oppbygningen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem
- gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video
- gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger

I denne oppgaven vil disse kompetansemålene omtales som henholdsvis kompetansemål 1, 2, 3 og 4.

I arbeidet med utformingen av de nye læreplanene (Kunnskapsløftet 2006) har en helt klart sett behovet for å knytte fysikkfaget sterkere opp mot teknologi. Dette kommer direkte frem ved at de har laget et helt nytt hovedområde som heter *Fysikk og teknologi*. Men også det som skrives under *Formål med programfaget fysikk*, gir oss et bilde på at fokus nå fremover skal rettes mer mot de teknologiske sidene av fysikken.

Under *Formål med programfaget fysikk* kan det se ut til at formuleringene signaliserer et ganske instrumentalistisk og teknisk syn på hva fysikk er. Formålet med å studere fysikk blir nå i mye sterkere grad enn tidligere sagt til å være at elevene skal bli nyttige borgere for samfunnet. Man får inntrykk av at det å studere fysikk skal være det første steget i en teknologisk utdanning. Det står at *programfaget skal være med å gi elevene et grunnlag som er viktig for flere studier i høyere utdanning og for livslang læring*. Videre skrives det at *Programfaget fysikk skal bidra til forståelse av natur, teknologi og fenomener i dagliglivet. (...) Kunnskapen i fysikk skal føre til forståelse og utnyttelse av moderne teknologi, og til innovasjon og utvikling som kommer næringsliv og samfunn til gode. Innsikt i fysikk skal gi samfunnet kvalifisert arbeidskraft* (Utdanningsdirektorat 2006).

Det økte fokuset på de teknologiske sidene av fysikkfaget kommer godt frem dersom man ser tilbake på læreplanene fra R94. I R94 er ”teknologi” sjelden nevnt, og under ”Felles mål for studieretningsfaget fysikk” står det at elevene skal kjenne til *eksempler* på fysikkens betydning i dagliglivet og for den teknologiske utviklingen (R94). Under ”hovedmomenter” i

2FY står det at elevene skal kunne gi eksempler på sammenhenger mellom fysikk og teknologisk utvikling (Ibid). Det taksonomiske nivået på det å gi eksempler er noe ganske annet enn å sette seg så godt inn i et tema at en kan forstå og gjøre rede for de fysiske prinsippene (anno K06).

Denne økende vektleggingen av teknologi i fysikkfaget signaliserer at dette blir sett på som viktigere nå en tidligere. Og en har altså sett behovet for å koble disse kunnskapsområdene sterkere sammen. Forholdet mellom fysikk og teknologi blir omhandlet grundigere i kapittel 2.

I læreplanene fra kunnskapsløftet har man altså valgt moderne teknologi, med halvledermaterialer og sensorer, som fokus (se kompetansemålene s. 7-8). Det å knytte dette hoverområde opp mot halvlederteknologi kan bli å innføre et emne som blir vanskelig og tidkrevende i forhold til at elevene skal få *forståelse* av de fysiske prinsippene for temaet. Det kan vel tenkes at moderne teknologi er for avansert til at det kan gis en tilfredsstillende forklaring i et innføringskurs i fysikk. En forståelse må vel ligge til grunn når en skal kunne *gjøre rede for* hva ledere, halvledere, isolatorer og doping av halvledere er, og for å forklare virkemåten til dioder og transistorer.

Men selv om en kan forestille seg at denne fysikken er forholdsvis avansert, skulle man tro at det å innføre aktiviteter og pensum mot å forstå egenskapene til ulike materialer også er et vesentlig moment i det å tilegne seg teknologiske forståelse. Og at det sånn sett er et viktig tema å ta for seg. Det å for eksempel vite hvilke materialer som leder strøm godt eller dårlig, og hvorfor, er viktige "ingeniørkunnskaper" (behandles nærmere i avsnitt 2.3). Tidligere ble ikke studenter kjent med egenskaper ved halvledere før på universitetsnivå, og det er kanskje litt sent.

En kunne tenke seg at andre teknologiske områder ble omhandlet i stedet for halvlederteknologi, hvor da slike materialeegenskaper ikke ville blitt omhandlet på samme nivå (varmepumpen el.l). En kunne vel også tenke seg at det i stede for å fokusere på de grunnleggende prinsippene ville være mulig å ha mer fokus på at elevene skulle lære og få innblikk en del praktisk teknologisk arbeid. Et historisk tilbakeblikk viser at det fysikkfaget vi kjenner i dag, har sitt fundament i et fag som først og fremst handlet om dette, altså praktisk

verkstedarbeid. Teknologiens framtoning i fysikkfaget opp gjennom årene blir behandlet senere i oppgaven.

## 1.2 Fokus og problemstilling i oppgaven

Med utgangspunkt i det som er skrevet over, ble følgende fokus valgt for oppgaven:

Oppgavens fokus er hvordan vi kan ta vare på de teknologiske sidene av fysikkfaget. Oppgaven går ut på å utvikle, prøve ut og evaluere et undervisningsopplegg i Fysikk 1 innen temaet halvlederteknologi. Opplegget tar utgangspunkt i det nye hovedområdet i læreplanen, *Fysikk og teknologi*, og har et teknologisk fokus. I tilknytning til dette ønsker jeg å få svar på følgende spørsmål:

- Hva er elevenes forhold til dette temaet før undervisningen av emnet starter?
- Hvordan blir temaet og undervisningsopplegget tatt i mot av elevene?
- Ivaretar undervisningsopplegget de teknologiske sidene av faget?
- Hvilke utfordringer står vi ovenfor dersom vi skal vise elevene de teknologiske sidene av faget?

## 1.3 Oppbygging av oppgaven

Oppgaven starter med å se nærmere på det nære forholdet mellom virksomhetene teknologi og naturvitenskap. Hva er forskjellig, og hvilke forbindelser finnes? Dette blir omhandlet i kapittel 2. Kapittel 3 handler om undervisningsopplegget, - hvordan utviklingen gikk til, utprøvingen underveis og ”det ferdige resultatet”. Kapittel 4 tar for seg metodene som ble brukt for å prøve ut opplegget, og metodene som ble brukt for å få svar på spørsmålene som stilles i avsnittet over. Resultatene fra det empiriske materialet legges frem i kapittel 5. Til sist, i kapittel 6, diskuteres resultatene opp mot egne erfaringer og andres synspunkt rundt utbyttet fra slike praktiske opplegg som er utviklet i her. Og det blir gjort et forsøk på å svare på oppgavens problemstilling. Med utgangspunkt i dette blir det formulert noen anbefalninger

i forhold til undervisningsopplegget som presenteres i et eget kapittel; konklusjon, helt til slutt i oppgaven.

I forbindelse med undervisningsopplegget har jeg også laget en lærerveiledning som er lagt ved som appendiks.

## 2. Fysikk og teknologi

I dette kapittelet skal jeg i store trekk se på hvordan fysikkfaget i skolen har utviklet seg i perioden fra 1899 og frem til i dag. Ved blant annet å studere læreplaner og skolebøker får man inntrykk av hvordan fagets karakter har vært, og hvordan en har ønsket at faget skal stå frem. Jeg skriver om hvilke endringer faget har vært gjennom, og hva årsakene til disse endringene kan ha vært. Av spesiell interesse for denne oppgaven er hvordan faget har lagt vekt på de teknologiske sidene av faget. Eller sagt på en annen måte; hvordan har fysikkfaget søkt å gi elevene teknologisk kompetanse. Derfor skal jeg gjøre rede for perspektiver på teknologisk kompetanse, og hvordan Kunnskapsløftets læreplanmål kan relateres til dette.

Jeg ser også på forholdet mellom teknologi og naturvitenskap. Disse virksomhetene har mye til felles, men det er også viktig å være klar over hva som skiller dem fra hverandre. Når en nå har valgt å inkludere teknologi i skolen gjennom fysikkfaget, bør lærere reflektere over, og gjøre seg opp meninger om, hvordan dette er gjort og hvilke alternative perspektiv en kunne valgt. Det siste avsnittet tar for seg de nye lærebøkene i faget, og hvordan de har tolket det nye hovedområdet i læreplanen, *Fysikk og teknologi*.

### 2.1 Utviklingen av fysikkfaget

Rapporten ”Fysikk for fremtiden” (Olsen et al. 2004), skrevet av læreplanutvalget i Norsk fysikklærerforening, er en innstilling om fremtidige læreplaner i fysikk. I denne rapporten blir også tidligere læreplaner for fysikk i den videregående skolen beskrevet. Her blir fysikkfaget, ut fra et læreplanperspektiv, delt inn i to perioder: 1899-1975 som de kaller for ”Fysikk som verkstedfag” og perioden 1976-1996 som de kaller ”Vitenskapsfaget befestes”. Her skal vi i store trekk se på hvordan læreplanene og faget har utviklet seg gjennom disse årene.

Det fysikkfaget som ble beskrevet av planene fra 1899 og spesielt planen fra 1935 kan altså karakteriseres som et ”verkstedfag”. Faget hadde stor relevans i forhold til den voldsomme industrielle utviklingen som var på den tiden. Det som kjennetegnet disse planene var de detaljerte listene over ulike anvendelsesområder (dampmaskin, dampturbin, bensin-

/dieselmotor osv) som de fysikkfaglige begrepene var verktøy til å forstå. Faget omhandlet altså de maskinene som var viktige for industrialiseringen av Norge, og hadde dette som utgangspunkt for å undervise fysikk. Fra et læreplanperspektiv var det først med planen i 1976 at faget endret vesentlig karakter. Fra nå av signaliserte læreplanene et annet fokus. Noe som illustrerer dette er hvordan læreplanene gikk bort fra anvendelsesområder i fysikken til å rette oppmerksomheten mot de fysiske prinsippene. Der hvor de i tidligere læreplaner hadde omtalt *dynamoer* og *transformatorer*, ble det nå vist til *strømspole* og *magnetiske felt*. Dette forteller oss om endringer i fagets karakter.

Selv om læreplanene i perioden fram mot 1976 var stabile hadde det nok likevel skjedd endringer i fysikkfaget i denne perioden. Lærebøker, skolen og samfunnet for øvrig utviklet seg, og det er grunn til å tro at dette også hadde en viss innflytelse over skolefaget fysikk. Analyser av lærebøker, i perioden 1903-1969, viser blant annet at figurene endret seg fra naturtro gjengivelser av teknologi, til abstrakte og skjematisk fremstillinger som fokuserte på prinsippene (Harkjerr 2004). Isaachsens "Lærebok i fysikk for realgymnaset", var lenge det dominerende læreverket i bruk. Ved starten av forrige århundre var mekanikken den viktigste delen av fysikken. Etter hvert som nye områder som atom- og kvantefysikk og relativitetsteori oppstod, tok lærebøkene til Isaachsen opp disse temaene i læreverket. Isaachsens lærebøker syntes i så måte å leve sitt eget liv uavhengig fra læreplanen for fysikk. Læreboka var raskere enn læreplanen til å ta opp i seg nye emner. En mulig forklaring på dette er forfatterens bakgrunn og deres oppfatning av hva som skulle telles som fysikk.

Etter hvert fikk også elektromagnetismen større innpass. Årsaken til dette hevdes delvis å være at det mekaniske verdensbildet i fysikk etter hvert generelt ble sett på som gammeldags, men også delvis det at elektromagnetismen også var relevant for industrialiseringa som skjedde i Norge etter 1900. Utover 1900-tallet ble samfunnet stadig mer urbanisert og teknifisert. Frem mot 2. Verdenskrig fikk emner innenfor elektromagnetisme med en praktisk anvendelse større plass, spesielt gjaldt dette evner innenfor elektroteknikk, noe som reflekterer den økte bruken av elektriske apparater i norske hjem. Etter krigen, under gjenreisninga av landet dreide det seg om kraftig industribygging i landet. Her spilte den elektrotekniske industrien en viktig rolle og tekniske anvendelser fikk også en stadig større plass i lærebøkene. Men når disse anvendelsene etter hvert representerte en mer og mer avansert teknologi, ble det stadig færre eksempler som viste en mer dagligdags bruk av fysikken. Tidligere eksempler som tørketrommelen og melkeseparatoren fjernes fra lærebøkene uten at mer moderne innretninger fra hverdagen tas inn. I de siste lærebøkene

frem mot 1969 blir også fysikk i sammenheng med historikk og samfunn utelatt. Konsekvenser av *anvendelser* av fysikkens oppdagelser nevnes ikke (Harkjerr 2004). Dette kan tolkes som om fysikkfaget etter hvert blir seg selv nok, og at faget på 60-tallet ikke lenger trenger å legitimere seg som et kulturfag, da fagets status og betydning for samfunnet ikke lenger trekkes i tvil. Det ble også et større fokus på begreper enn tidligere, blant annet på grunn av Øgrims og Ormestads utgivelse av læreverket Rom Stoff Tid (Olsen et al. 2004).

Det blir også antydnet at en ytre årsak til at praksis endret seg i denne perioden var de store reformprosjektene som ble utløst i USA og England etter "Sputniksjokket". "Sputnik 1" var den første kunstige satellitten som ble sendt ut i verdensrommet. Det ble sendt opp av Sovjetunionen den 4. oktober 1957. Dette kom som et sjokk, særlig på USA, som på den tida trodde at teknologien deres lå foran Sovjetunionens. Den russiske overlegenheten i romkappløpet på slutten av 1950-tallet bidro rimeligvis til å skremme både amerikanerne og andre nasjoner og vekke interessen for utdannelsessystemet. Med ett var utdanning blitt avgjørende for teknologisk og økonomisk utvikling i en grad det knapt hadde vært noen gang tidligere. Derfor var kanskje "Sputniksjokket" en av årsakene til at det ble et stadig større fokus på fysikk som et vitenskapsfag. Dette uttrykkes også i følgende utdrag fra en artikkel om STS (reform i USA med hensikt å utvide vitenskap som fag i forhold til teknologi og andre deler av "pensum"):

*Although the artificial satellite was more of a technological achievement than a science one, attention and funding were directed toward reform that illustrated and emphasized basic science (...) Reform was seen as a return to basic science, especially concepts and themes currently accepted by scientists (Yager 1996: ix).*

En annen forklaring er at det på 1970-tallet ble ansatt mange lærere med hovedfag i fysikk, som anså et vitenskapelig perspektiv til å være i tråd med sine egne perspektiver (Olsen et al. 2004). Dessuten hadde jo samfunnet som vi har sett endret seg vesentlig i denne perioden, og den teknologien som ble presentert i tidligere fysikkfag var selvfølgelig ikke like aktuell lenger. Det er derfor grunn til å tro at den store endringen av faget med læreplanen av 1976 til en viss grad var en oppjustering slik at læreplanen passet bedre med det som allerede var gjeldende praksis.

Gjennom læreplanen av 1982 ble denne retningsendringen mot et vitenskapsbasert fag videreført. Faget ble modernisert ved at kvantefysikk, astrofysikk og elementærpartikkelfysikk kom inn som emner, mens termofysikk, optikk og statikk ble redusert eller



fjernet. Med dette ble det fjernet noen emner som mer åpenbart hadde lagt til rette for *anvendelse* av fysikken, enn de emnene som erstattet dem.

Læreplanene i perioden 1976 frem til nå befestet altså skolefaget fysikk som en begynneropplæring i vitenskapsfaget. I tillegg tilførte disse planene noe nytt med fokus på mer moderne emner og et mer skarpt definert vitenskapsteoretisk perspektiv på faget. På den måten ble det ”nye” fysikkfaget mer vidtfavnende enn tidligere.

Den videregående opplæringen har også generelt endret funksjon i løpet av det forrige århundret, fra å være en utdanning for en liten del av befolkningen til å bli en utdanning for alle. Det kan vel tenkes at innholdet i fagene fikk en mer ”allmenndannende” karakter med dette, - at de tekniske sidene av faget ble sett på som mer passende for dem som valgte dette som yrkesvei, - og at det dermed har vært med å bidra til at teknologien har forsvunnet ut av faget. Denne overgangen til en mer allmenndannende skole har skjedd gradvis, men da videregående opplæring gjennom R94 ble en rettighet for alle, ble dette befestet for alvor. I dag har vi elever fra alle samfunnslag og med svært ulike evner og forutsetninger, bakgrunn og framtidsplaner i den videregående skolen. Og slikt kan selvsagt også være med på å forme faget.

Dette historiske perspektivet antyder dermed at synet på og funksjonen til fysikkfaget har endret seg som en følge av endringer i samfunnet for øvrig, og som følge av at videregående utdanning generelt har endret funksjon i løpet av det forrige århundret. Det har også vist oss at fagets karakter har endret seg; fra å være et fag som fokuserer på relevant teknologi i sin tid og et fag mye mer rettet mot ingeniørelementer, til å bli et fag som presenterer fysikken som en vitenskap. Alt dette fører til at inntrykket av hva fysikk er, forandres.

De nye læreplanene i Kunnskapsløftet kan se ut til å være et resultat av at departementet nå ønsker å legge opp til en retningsforandring igjen. Og at det har vært ønskelig å revitalisere et syn på fysikkfaget som et praktisk fag, eller i hvert fall, et fag med sterke bånd til teknologisk virksomhet. Når teknologiaspektet nå forsterkes ved å innføre ”Fysikk og teknologi”, med fokus på elektronikk og halvlederteknologi, vil mange si at det i seg selv noe som peker mot en praktisk opplæring. Dette temaet legger til rette for aktiviteter der elevene for eksempel selv kan bygge teknologiske produkter.

## 2.2 Teknologien tilbake, men ikke et ”verkstedfag”?

Selv om teknologi er tilbake i faget, kan man likevel ikke tolke direkte ut fra læreplanen at det nå skal være et økende fokus på de praktiske sidene i faget. Under de fire kompetansemålene under hovedområde ”Fysikk og teknologi” snakkes det kun om forståelse, og at elevene skal kunne gjøre rede for. Ett av målene ser slik ut: *Elevene skal kunne sammenligne oppbygningen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem.* Elevene skal altså ikke nødvendigvis få erfaringer med komponentene i praktisk virksomhet, men de skal gi eksempler på bruken av dioden og transistoren. Generelt sier ikke målene noen ting om hvilke praktiske kunnskaper elevene skal erverve seg. I og med at planen gir så stor metodefrihet er det derfor ikke sikkert at fysikk som et praktisk fag vil styrkes etter innføringen av emnet teknologi i fysikkfaget. Det blir opp til hver enkelt lærer om en vil vise elevene de praktiske mulighetene som teknologiemnet åpner for. Dessverre er halvlederteknologi et nokså ukjent tema for mange fysikklærere, og for dem som føler seg usikre på stoffet kan det være en lettvinnt løsning å unngå å arbeide grundig med temaet, for eksempel i frykt for ikke å ha kunnskaper nok.

I tillegg til at fysikk er utvidet til å inkludere teknologi, har det også kommet inn et nytt fag i skolen gjennom Kunnskapsløftet som heter *Teknologi og forskningslære*. Og i grunnskolen har det kommet inn et nytt hovedområde i naturfaget som heter *Teknologi og design*. Til sammen gir dette oss signaler om at teknologisk kompetanse blir sett på som viktig. I dag handler fysikk (i næringsliv, på universiteter osv) svært mye om teknologi-relaterte emner som kommunikasjon, informasjonsbehandling, sensorer og utvikling av materialer. Og mye av dagens teknologi baserer seg på moderne fysikk. Da er det naturlig med en oppdatering av fagpensumet i videregående opplæring. Faren er imidlertid at et fra før ganske bredt anlagt fysikkfag, vil forgå seg ved å inkludere disse elementene.

Så hva kan årsaken være til at vi nå ser en ”revitalisering” av teknologi i fysikkfaget? En drivkraft er vel at vi i de senere årene har sett et økende behov for rekruttering innen realfagene og til ingeniørstudier. Da er det viktig å introdusere elevene for noe av det som kan komme til å møte dem, allerede i den videregående skolen, slik at de vet hva de eventuelt går til og for å signalisere at teknologi og realfag blir sett på som viktig. Kanskje kan dette stimulere til økt søking til teknologiske studier. Noen vil kanskje også si at det er motiverende å lære om moderne teknologi, da det er en så fundamental del av vår hverdag, og at det er inspirerende å få kunnskap om en del av de teknologiske innretningene som vi omgir oss med

til daglig. Og slik kunnskap kan igjen sies å være en del av vår allmennkunnskap. Det kan være et mål i seg selv å utdanne elever slik at de føler seg litt mindre fremmed i et høyteknologisk samfunn. Fysikkfaget skal jo også være allmenndannende (f.eks Sjøberg 2004).

Disse begrunnelsene for inkludering av teknologi i fysikkfaget, ligner på motiver som Layton beskriver når det gjelder å få teknologi inn i fysikkurs i England for ca et tiår siden. Han reiser spørsmål om til hvilken grad teknologi blir fremstilt i et instrumentalistisk lys for å fange *interesse og få oppslutning* om fysikkfaget (Layton 1993). Videre skrives det at ren fysikk blir sett på som vanskelig og lite tiltrekkende for mange elever, og det kan tenkes at en teknologisk inkludering vil gjøre faget mer interessant for noen.

Men det kan like godt være at dette temaet slettes ikke faller enkelt for elever flest. Kanskje heller tvert imot (?). Det kan til og med tenkes at moderne teknologi er for avansert til at det kan gis en tilfredsstillende forklaring i et innføringskurs i fysikk.

Layton skriver at andre motiver for hvorfor det kan være ønskelig å ha mer fokus på teknologi, og å rekonstruere fysikkpensumet, er for å få det mer relevant i forhold til nasjonale behov. Når behovet er stort for nyutdannede med teknologisk bakgrunn, kan det tenkes at inkluderingen av teknologi i fysikkpensumet skal være en smakebit av hva som venter i høyre utdanning, og et håp om at fysikkundervisningen skal bli mer relevant og gi bedre rekruttering til teknologiske utdannelser (Layton 1993).

En ser altså at både fagets innhold, hvem det skal innrette seg mot og ytre perspektiver på faget har vært i stadig endring. I løpet av en hundreårsperiode har faget gått fra å være verkstedsfag til å bli et vitenskapsfag. Og vi har sett at samtiden har innvirket på den rollen som fysikkfaget har hatt i forhold til teknologi. Nå virker det altså som at vi har fått en ”dreining” i læreplanen igjen. Når det nå er kommet inn et hovedområde som heter Fysikk og teknologi, er det med og signaliserer at det igjen er fokus på relevant teknologi i sin tid. Og det at et tema knyttet til fysikk og teknologi er inkludert i læreplanen vil gjøre at faget i større grad enn tidligere vil bidra i å styrke en teknologisk kompetanse.

## 2.3 Teknologiske kompetanser

Hva inngår i begrepet teknologisk kompetanse? En ganske vanlig oppfatning er at *teknologi er anvendt naturvitenskap*. Men denne definisjon vil ikke være tilstrekkelig for de som på en eller annen måte har vært engasjert i disse kunnskapsområdene. Teknologisk og naturvitenskapelig virksomhet er forskjellig i mange aspekter og sin historiske utvikling (Bungum 2006). Teknologi og teknologisk kunnskap involverer langt mer enn de vitenskapelige kunnskapene i fysikk og anvendelsene av disse. Staudenmaier ser på teknologisk kunnskap som en spesiell type kunnskap (f.eks Kroes og Bakker 1992, Bungum 2003a), og han har identifisert fire karakteristikk av teknologisk kunnskap som vi skal se på her:

- 1) *Vitenskapelige begreper og prinsipper (grunnkunnskap).*
- 2) *Problematisk data*
- 3) *Ingeniørteori*
- 4) *Tekniske/praktiske ferdigheter*

Den første kategorien av teknologisk kunnskap Staudenmaier snakker om er ”Vitenskapelige begreper” (Bungum 2003a). Disse vitenskapelige begrepene må tilpasses og rekonstrueres i forhold til den teknologiske utfordringen en står ovenfor. Den vitenskapelige kunnskapen kan altså ikke anvendes direkte i teknologiske aktiviteter.

”Problematisk data” har å gjøre med den praktiske naturen til teknologi. Det handler om fenomener som ikke har vært behandlet på et teoretisk nivå før eller som har blitt sett på som uviktige. De nye spørsmålene og svarene som oppstår i konfrontasjonen med ”problematisk data” bidrar til ny teknologisk (og vitenskapelig) kunnskap.

”Ingeniørteori” er kunnskapsbasen som omfatter en komponent av generalisert kunnskap basert på praksis. Eksperimentelle metoder brukes for å konstruere et formelt og matematisk strukturert system. Dette former den teoretiske basen for teknologisk kunnskap og er bare indirekte relatert til løsningen av spesifikke problem.

”Tekniske ferdigheter” representerer den eksperimentelle basisen for å gjøre tekniske vurderinger, og dette kan ikke reduseres til ren teoretisk kunnskap (Bungum 2003a:8).

Dersom en ser på hva som inngår i kompetansemålene under ”Fysikk og teknologi” i læreplanen og samtidig ser tilbake på Staudenmaiers fire karakteristikk av teknologisk kunnskap

får man en anelse av hvilke teknologiske kompetanser kompetansemålene dekker. Vi ser først på det første og andre kompetansemålet under hovedområdet:

Elevene skal kunne

- *gjøre rede for forskjellen mellom ledere, halvledere og isolatorer ut fra dagens atommodell, og forklare doping av halvleder*
- *sammenligne oppbygningen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem*

Det første målet handler om at elevene skal få kjennskap til fysiske egenskaper ved ulike materialer. Det vil blant annet være avgjørende for å forstå innholdet i det andre kompetansemålet. Å ha kunnskaper om slike fysiske prinsipper er viktig for at elevene skal forstå hvordan ulike elektriske komponenter virker (i denne sammenhengen transistoren og dioden). Det er også viktig for å få kunnskap som kan gjøre en i stand til å velge hvilke materialer en bør benytte seg av i teknologisk arbeid, avhengig av den aktuelle konteksten for virksomheten. (Hvilke materialer leder strøm bra/dårlig, hvordan endrer egenskapene til ulike materialer seg med forandringer i temperatur, osv). Dersom en skal plassere disse kompetansemålene blant Staudenmaiers karakteristikk blir det vel under *vitenskapelige begreper og prinsipper*. Målene handler om vitenskapelige begreper og prinsipper som det er viktig å ha kunnskap om når en skal løse visse teknologiske oppgaver.

Det tredje og fjerde kompetansemålet ville jeg plassert under den kategorien som kalles *ingeniørteori*.

Elevene skal

- *gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video*
- *gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger*

Disse målene dreier seg om viktige forutsetninger og begrensninger i elektronikken. Det er snakk om generalisert kunnskap. Å ha kjennskap til noe av dette gir elevene et bilde på hvordan fysikere (og ingeniører) jobber innen elektronikk i dag. I læreplanmål 3 skal elevene lære om virkemåten i digital fotografering/digital video ut i fra de fysiske prinsippene fra læreplanmål 1 og 2: Altså en *anvendelse* av de fysiske prinsippene.

Kategoriene *Problematiske data* og *Tekniske/praktiske ferdigheter* er ikke vektlagt i hovedområdet. Disse ferdighetene kan styrkes gjennom å jobbe med andre deler av læreplanen for fysikk. Under formål med faget står det at det er nødvendig å arbeide både praktisk og teoretisk i programfaget for å utvikle ferdigheter og kunnskaper (Utdanningsdirektoratet 2006). Det er dermed opp til hver enkelt lærer hvilke aktiviteter det legges opp til, og dermed også hvilke ulike aspekter ved teknologiske kompetanser elevene kan oppnå.

## 2.4 Forholdet mellom fysikk og teknologi

Den historiske utviklingen har ført til et særegent, interaktivt fellesskap mellom kunnskapsområdene teknologi og naturvitenskap. Men selv om svært mange former for moderne teknologi er nær tilknytning til for eksempel fysikk, ser vi altså at det blir for lett å se på disse som to sider av samme sak. Ved for eksempel å se på hvilke hensikter eller *mål* virksomhetene teknologi og naturvitenskap har, kan vi få et bilde på hvor forskjellige de er som kunnskapsområder. Teknologi er en virksomhet som har til hensikt å løse et problem eller en oppgave hvor kunnskap fra mange felt kan inngå, - i naturvitenskapen er kunnskapen og forståelsen av et fenomen målet i seg selv.

Denne forskjellen mellom teknologi og naturvitenskap er ikke alltid like lett å se, og det er vanlig å nevne disse to i ”samme åndedrag”. Men den nære forbindelsen er egentlig av relativt ny dato, og først og fremst er den et resultat av det 20-århundret, og spesielt etterkrigstiden (Sjøberg 2004). Fra tidlig av var vitenskap nært knyttet til filosofien og den var drevet fram av folk som sto fjernt fra praktisk virksomhet. Naturvitenskapen fascinerte, men alle var enige i at dette var intellektuelle utfordringer, og at det neppe noen gang kunne bli brukt til noe praktisk. Selv i den første fasen av den industrielle revolusjonen ble teknologien drevet fram av folk uten teoretisk skoleing og uten forbindelse til den organiserte vitenskapen. I den grad det var noen sammenheng mellom vitenskap og teknologi var det teknologien som drev fram vitenskapen og ikke omvendt. Vitenskapen prøvde å forstå og forklare det som teknologien allerede mestret i praksis (Ibid).

Men begge virksomhetene har endret karakter siden den gang, og i dag er forbindelsen mye sterkere. For å skille teknologi og naturvitenskap kan en å se på de karakteristiske aktivitetene til hver av dem. Tabell 1 på neste side viser Sparkes (referert i Harrison 1997)

forsøk på å belyse forskjellene. (Sjøberg har en tilsvarende tabell som er av en litt kortere variant enn denne som presenteres her). Som det framgår av tabellen er selve *målet* med virksomhetene det første man ser på for å belyse forskjellene. I naturvitenskapen er det beskjeftigelsen etter å få kunnskap og forståelse for sin egen del som er målet. I teknologien er målet å ”skape” gjenstander og systemer som møter folks ønsker og behov. Videre ser vi for eksempel at mens naturvitenskapen gir praktisk talt verdifrie fremstillinger, så er teknologiens aktiviteter alltid verdiladet. Og der hvor det er de eksperimentelle og logiske ferdighetene som er viktige i naturvitenskapen, finner man ferdigheter fra et mye bredere felt av kunnskapsområder i teknologien.

*Tabell 1* Noen forskjeller mellom naturvitenskap og teknologi (Harrison 1997 s. 241)

| SCIENCE (Goal: the pursuit of knowledge and understanding for its own sake)  | TECHNOLOGY (Goal: the creation of successful artefacts and systems to meet people`s wants and needs)                                 |
|--|--|
| <i>Key scientific processes</i>  | <i>Corresponding technology processes</i>  |
| Discovery (mainly by controlled experimentation)   | Design, invention, production  |
| Analysis, generalisation and the creation of theories  | Analysis and synthesis of designs  |
| Reductionism, involving the isolation and definition of distinct concepts  | Holism, involving the integration of many competing demands, theories, data and ideas  |
| Making virtually value-free statements   | Activities always value-laden  |
| The search for, and theorising about, causes (e.g. gravity. Electromagnetism)  | The search for, and theorising about new processes (e.g. control, information, circuit theories)                                     |
| Pursuit of accuracy in modelling   | Pursuit of sufficient accuracy in modelling to achieve success   |
| Drawing correct conclusions based on good theories and accurate data   | Taking good decisions based on incomplete data and approximate models  |
| Experimental and logical skills  | Design, construction, testing, planning, quality assurance, problem-solving, decision-making, interpersonal and communication skills |
| Using predictions that turns out to be incorrect to falsify or improve the theories or data on which they were based | Trying to ensure, by subsequent action, that even poor decisions turn out to be successful   |

Dermed er både virksomhetenes mål, produkter og sannhetskriterier vesensforskjellig. Vitenskapens mål er å forstå verden, mens teknologiens mål er å løse praktiske problemer. Vitenskapen produserer tanker, begreper, ideer, lover og teorier, mens teknologien produserer produkter som er materielle gjenstander som man kan ta og føle på. I vitenskapen spør man om noe er *riktig, sant eller fruktbart*, i teknologien er spørsmålet: *Virker det?* (Sjøberg 2004:69).

Naturvitenskap handler altså om å bygge opp kunnskap om fenomener, teknologi handler om å utvikle nye produkter og å få ting laget. Men, i beskjeftigelsen etter å nå disse målene blir naturvitenskap og teknologi blandet (Harrison 1997). Og det er nok her forvirringen om hva som er vitenskap og hva som er teknologi kommer inn. Store prosjekter utført av en av virksomhetene involverer gjerne både vitenskapsmenn og ingeniører. For eksempel er kjernekraft en teknologisk løsning på verdens energibehov, men den er basert på forståelse av materiens egenskaper og resultat av vitenskapelig virksomhet. Uttrykket ”sømløs vev” blir brukt om det spesielle forholdet mellom teknologi og naturvitenskap. Virksomhetene kan identifiseres som ulike elementer, men de er så sammenvevde at de sammen fremstår som en ny enhet (Layton 1993, Bungum 2003).

Dermed blir det også flere måter å legge frem, eller formidle, hvordan dette forholdet mellom fysikk og teknologi er. I undervisningssammenheng har det vært foreslått og prøvd ut ulike fremgangsmåter.

## **2.5 Fysikk og teknologi i samme klasserom**

Kunnskapsområdene har derfor mye til felles, og de er gjensidig avhengige av hverandre. Dette nære forholdet mellom teknologi og vitenskap/fysikk gjør at undervisning av disse emnene i samme klasserom blir et naturlig valg. Det er foreslått og prøvd ut ulike tilnærmelser til hvordan pensum og undervisning kan legges opp ved å kombinere fysikk og teknologi, og begrensninger og utfordringer har vært diskutert. Layton (1993) skriver om tre tilnærmelser for å få teknologi inkludert i skolen, hvor *teknologi i kombinasjon med naturvitenskap* er en av tilnærmelsene. De andre er at *teknologi inkluderes ved at alle fag bidrar* og *teknologi som eget fag*. Teoretiske argumenter som støtter ”teknologi som eget fag”, ser på teknologisk kunnskap som noe unikt og noe som ikke kan reduseres til mindre



enn det er (anvendt naturvitenskap). Det kan også støttes av forskning innen situert læring som peker i retning av at anvendelse av tilegnet kunnskap i virkelige situasjoner ikke er enkelt (Kolstø 2003:73). Tvert i mot ser det ut til at spesialiserte kunnskaper må transformeres og rekonstrueres for å kunne møte reelle og komplekse sammenhenger, og at denne transformeringen kan være like krevende som innlæringen av spesialkunnskapen. Denne tilnærmelsen er ikke realisert i måten teknologi er ivaretatt i fysikkfaget. Men i det nye faget Teknologi og forskningslære, som innføres gjennom kunnskapsløftet, vil det likevel ble ”mer plass” til teknologiske aktiviteter enn det har vært i norske fag til nå. Slik sett har dette faget større forutsetninger for å vise teknologiens ”sanne jeg”. Norske barn vil også, fra og med innføringen av kunnskapsløftet, stifte bekjentskap til teknologi gjennom hele grunnskolen gjennom det nye hovedområdet Teknologi og design (i naturfag). Teknologi har altså kommet inn i skolen for fullt. Men i forbindelse med denne oppgaven er det av spesiell interesse å se på hvordan en nå har valgt å kombinere fysikk og teknologi i *fysikkfaget*.

Det har vært snakk om flere måter for hvordan teknologi kan inkluderes gjennom fysikkfaget. I læreplanene fra kunnskapsløftet har de valgt å beholde den tradisjonelle fysikkundervisningen og legge til teknologi som et eget tema. Noen har vært bekymret for at introduksjonen av teknologi som separat emne ved siden av fysikken vil rane til seg viktige elementer fra eksisterende emner. Mens andre argument går på at det er viktig å bygge på det nære forholdet mellom fysikk og teknologi, og konsolidere målene om vitenskapelig forståelse og dyktighet innen design og teknologi.

I følge Layton er det spesielt blitt uttrykt bekymring til hvilken plass elektronikk skal ha i pensumet. Og som vi vet er det nettopp elektronikk som nå er valgt til å representere teknologien i de nye læreplanene for fysikkfaget i Norge. Bekymringen har vært at dersom en legger for mye vekt på strukturer av og karakteristikken til noen spesielle elektroniske komponenter, kan det være en ulempe da det er fare for at de har en forbigående betydning (f.eks transistoren). Et annet problem som det pekes på er at det ikke vil bli nok tid til å få erfaring med, og i å bygge, elektroniske system for å gjennomføre nyttige arbeidsoppgaver. Som svar på denne skepsisen bør det nevnes at transistoren slettes ikke har vist seg å ha ”forbigående betydning”. Den er kanskje den viktigste komponenten i elektronikken, og da kan man heller spørre seg om det er feil å IKKE introdusere den for elevene i undervisningen? Dessuten kan man ikke forvente (uansett tema) at elevene, i et introduksjonskurs i fysikk, skal få tilstrekkelige kunnskaper til å være i stand til ”gjennomføre nyttige arbeidsoppgaver”. Men det vil ikke si at det er bortkastet for dem å *få et innblikk* i hva det dreier seg om.

Et alternativ til den tradisjonelle komponentorienterte tilnærmelsen ble satt fram av ”the Nuffield Advanced Physics project”, et prosjekt i England som utviklet en systemtilnærming ved å bruke begrepsmessige ”blokkdiagram” (logiske porter, tellere etc). Dette har god holdbarhet i forhold til den raske utviklingen av komponenter. Selv om dette ikke er fokus i læreplanen som kommer nå med Kunnskapsløftet, er det greit å ha tenkt over hvilke alternativer en kunne valgt i innføringen av teknologi i fysikkfaget. Lewis (referert i Layton 1997) hevder at utvidelsen av tidligere fysikkundervisning med en slik tilnærming ville gjort at elektronikk ble en mer integrert del av fysikkundervisningen, og at det ville styrket fysikk som skolefag, mer enn den komponentorienterte tilnærmelsen som han altså ytrer skepsis til. I en av de nye lærebøkene som nå er kommet i forbindelse med Kunnskapsløftet, har de valgt å legge til noe av dette som tilleggsstoff for de som ønsker å lære litt mer. Det er fint for de elevene som er spesielt interesserte i temaet. Selv om man fra et teknologisk ståsted kunne ønske at disse *logiske kretsene* også var en del av lærestoffet, skulle man tro at også den komponentorienterte tilnærmelsen som nå er valgt i læreplanene gjennom Kunnskapsløftet vil gi fysikkfaget et løft, og at den vil presentere fysikk på en måte som bedre reflekterer den aktiviteten som er blant fysikere i dag.

En fare ved å undervise fysikk gjennom teknologiske rammer er at teknologi kommer relativt dårlig fra det. Det vil ikke være noe fokus på hva som inngår i teknologisk kunnskap. Dermed er det en viss fare for at teknologi blir representert som naturvitenskap i praksis, noe vi har sett at det ikke er. Selvfølgelig benytter teknologien seg av vitenskapelig kunnskap når det trengs. Men den bruker også andre typer kunnskap, og må ta i betraktning en rekke kriterier som er med og avgjør suksessfaktoren, som tabell 1 indikerer. Det er altså en fare for at det bilde som blir gitt av teknologien er ganske snevert.

Det er selvsagt begrenset i hvilken grad et innføringskurs i fysikk gir elevene særlig tyngde teknologiske sett. Og eventuelle forhåpninger om det bør dysses ned. Det at de vet om disse forholdene er for eksempel ingen garanti for praktisk handling i hverdagen dersom situasjonen skulle kreve det. Selvtilliten til å involvere seg praktisk kommer nok bare gjennom repeterende erfaring i teknologiske arbeidsoppgaver, som har endt med suksess. Det slike kurs *kan* gjøre, er effektivt å illustrere hvilken relevans de fysiske prinsippene har i hverdagen, og hvilken relevans og rolle fysikk kan ha i forhold til teknologisk utvikling. Kanskje kan også noen elever fange interesse og dermed utforske mer på egen hånd. Det synes jeg at læreplanmålene gir grunnlag for.

## 2.6 Lærebøkernes tolkning av kompetansemålene

I avsnitt 2.3 så jeg på kompetansemålene i sammenheng med de fire karakteristikkene av teknologisk kunnskap som Staudenmaier har identifisert. Her skal jeg gi en oversikt av hvordan lærebøkene har tolket innholdet i kompetansemålene. Til slutt i dette avsnittet gjør jeg en vurdering av hvorvidt lærebøkene tar inn i seg Staudenmaiers kompetanser.

Det er i hovedsak to lærebøker som benyttes i programfaget fysikk: *Ergo* som er utgitt av Aschehoug forlag og *Rom Stoff Tid (RST)* som er utgitt av Cappelen forlag. Begge omhandler hovedområdet Fysikk og teknologi inn under ett kapittel, men oppbyggingen av kapitlene og fortolkningen av kompetansemålene er nokså forskjellig. I forhold til å utvikle et undervisningsopplegg for dette hovedområdet er det av interesse å se på hvordan det blir omhandlet i lærebøkene.

- Læreplanmål 1: *Elevene skal kunne gjøre rede for forskjellen mellom ledere, halvledere og isolatorer ut fra dagens atommodell, og forklare doping av halvleder*

*Ergo* omhandler læreplanmål 1 på en litt mer omstendelig måte enn *RST*. Det tas utgangspunkt i *energinivåer* for faste stoffer, og ledningsegenskapene i ledere, halvledere og isolatorer blir forklart ut i fra dette. I *RST* går man mer ”rett på sak” ved at de kun omtaler ladningstransport i halvledere. Det tas også her utgangspunkt i atommodellen og ”åtteregelen”, men energinivåer og energibånd omtales ikke. Fremstillingen i *RST* fremstår derfor som litt enklere (og mer oversiktlig), men det ”mangler” kanskje noe i forhold til at egenskapene ved ledere og isolatorer ikke blir omhandlet.

- Læreplanmål 2: *Elevene skal kunne sammenligne oppbyggingen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem*

Dette kompetansemålet omhandles ganske likt i de to lærebøkene, selv om *Ergo* også her bruker omtrent dobbelt så mye plass som *RST*. *Ergo* har for eksempel med et avsnitt på 2 sider om solceller her: de tar utgangspunkt i at solceller er det motsatte av lysdioder. Mens *RST* skriver om solceller i forbindelse med ”sensorer” (læreplanmål 4), og legger til dette som tilleggsstoff i en blå ramme. *Ergo* vier også en hel side til ”Integrerte kretser” i forbindelse

med Transistoren, mens *RST* nøyer seg med et lite avsnitt hvor de får sagt mer eller mindre det samme.

Læreplanmål 3 og 4 blir omhandlet veldig forskjellig i de to læreverkene. Som nevnt i avsnitt 2.3 ville jeg klassifisert disse som *ingeniørteori* under teknologiske kompetanser.

- Læreplanmål 3: *Elevene skal kunne gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video*
- Læreplanmål 4: *Elevene skal kunne gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger*

*RST* omtaler begge målene under ett delkapittel, og vier til sammen godt under halvparten av sidetallet som *Ergo* vier de to målene. Men *RST* plasserer læreplanmål 3 på en naturlig og god måte inn i delkapitlet *Sensorer*, ved at digital fotografering (fotodioder og CCD-lyssensor) sees på som konkrete eksempler på elektroniske sensorer. *Ergo* vier altså mer plass til mål 3 ved at det plasseres under et eget delkapittel.

Av spesiell interesse for denne oppgaven er det å se på hvordan læreplanmål 4 omhandles. (Undervisningsopplegget som det skrives mer om senere i denne oppgaven gir særlig grunnlag for å arbeide med dette kompetansemålet.) *RST* har lagt hovedvekten på siste delen av målet ("egenskaper som setter begrensninger for målinger"), mens *Ergo* har viet mye oppmerksomhet til *karakterisering* av sensorer: Her er det et eget avsnitt som heter *Karakteristikk*, og de kommer med følgende definisjon av en sensors karakteristikk: "Sammenhengen mellom innsignalet og utsignalet til en sensor kaller vi karakteristikken til sensoren." Det vises til at denne sammenhengen kan vises som et funksjonsuttrykk eller at den kan vises i en graf. Deretter vises det flere ganger utover boken til ulike grafer av sensorkarakteristikker, med utsignalet som funksjon av innsignalet. *RST* tar ikke for seg dette, og har trolig tolket karakterisering av sensorer som hvilke "generelle egenskaper" sensoren har.

Også her er de altså litt mer omstendelige i *Ergo*. Begge bøkene gir en god fremstilling, men i forhold til kompetansemål 4 kan det altså se ut til at *RST* er litt knapp når det gjelder karakterisering av sensor. De har altså svært ulike fortolkninger av læreplanmålet.

Begge bøkene har tatt det nye hovedområdet på alvor. Dersom man ser på hvordan lærebøkene omhandler hovedområdet som helhet ser man også her at *Ergo* vier en større andel av boka til *Fysikk og teknologi* enn det *RST* gjør. *Ergo* følger læreplanen veldig tett, og deler kapitlet inn i fire underkapittel; ett for hvert kompetansemål. Fremstillingen er veldig omfattende, men kanskje er den også derfor vanskeligere enn fremstillingen i *RST*. *RST* deler inn kapitlet i tre, og ser kompetansemål 3 og 4 under ett. Boken gir en god innføring av halvlederteknologi. Hvis det er en ting jeg skal sette fingeren på her, er det altså at den er litt knapp i forhold til kompetansemål 4 (karakterisering av sensorer).

Læreverkene har tilhørende studie bøker, hvor man finner oppgaver og forslag til laboratoriearbeid og aktiviteter. Felles for begge bøkene er at øvelsene som presenteres har til hensikt å vise et fysisk prinsipp. Det er altså den tradisjonelle naturvitenskapelige innfallsvinkelen som er valgt også for hovedområdet Teknologi og fysikk. Det legges f.eks ikke opp til et ”produktrettet” fokus som er karakteristisk for teknologisk virksomhet. Det betyr at lærebøkene følger kompetansemålene i læreplanen tett. De teknologiske kompetansene som Staudenmaier snakker om blir altså ikke omhandlet mer vidtfavnende i lærebøkene enn i kompetansemålene i læreplanen.

### 3. Utvikling og utprøving av undervisningsopplegget

Dette kapitlet handler om innholdet i undervisningsopplegget og om hvordan utviklingen har gått til. Opplegget ble prøvd ut i to skoleklasser. Jeg skriver om erfaringene og observasjonene fra gjennomføringene i hver av klassene, og om hvordan dette dannet grunnlaget for forbedringer av labheftet som elevene jobbet med underveis. Kapitlet tar også for seg omfang, vanskelighetsgrad og hensikten med undervisningsopplegget.

I appendiks 3 er det ferdige labheftet lagt ved. Jeg har også skrevet en lærerveiledning til labheftet, og den er lagt ved i appendiks 4.

#### 3.1 Idé og utvikling

Ideen var at denne elevøvingen skulle gi elevene et innblikk i teknologisk virksomhet og hvordan mange fysikere faktisk jobber i dag. Det skulle lages et instrument som skulle inneholde en *sensor* og ett eller annet *display* som skulle si noe om den fysiske størrelsen som måles.

Den fysiske størrelsen måtte være lett tilgjengelig og lett å forandre, slik at endringene lett kunne oppdages på displayet. Jeg endte opp med *fuktighet*. Jeg ønsket at elevøvingen skulle være litt ”fancy”, ved at fuktighetsnivået skulle gi utslag i for eksempel en lyd giver eller noen lysdioder. Jeg hadde sett for meg et oppsett som var slik at flere lysdioder skulle tennes, jo fuktigere luften var. Da det viste seg at det ikke var noen enkel løsning på dette problemet, måtte man se etter andre muligheter. Og da var det perfekt for opplegget at det finnes en integrert krets som enkelt gjør denne graderingen av lysdiodene. Chipen gjorde akkurat det jeg hadde ønsket. Den passet også godt i forhold til at jeg ønsket å gi elevene innblikk i den teknologiske verden: Det er utrolig mye som finnes på markedet av elektroniske ”duplicatedingser”, og chipen ville vise elevene hvilken funksjon en slik svart boks *kan* ha. Disse svarte boksene finnes i de fleste elektroniske apparater, men for folk flest er dette en fremmed og uforståelig sak.

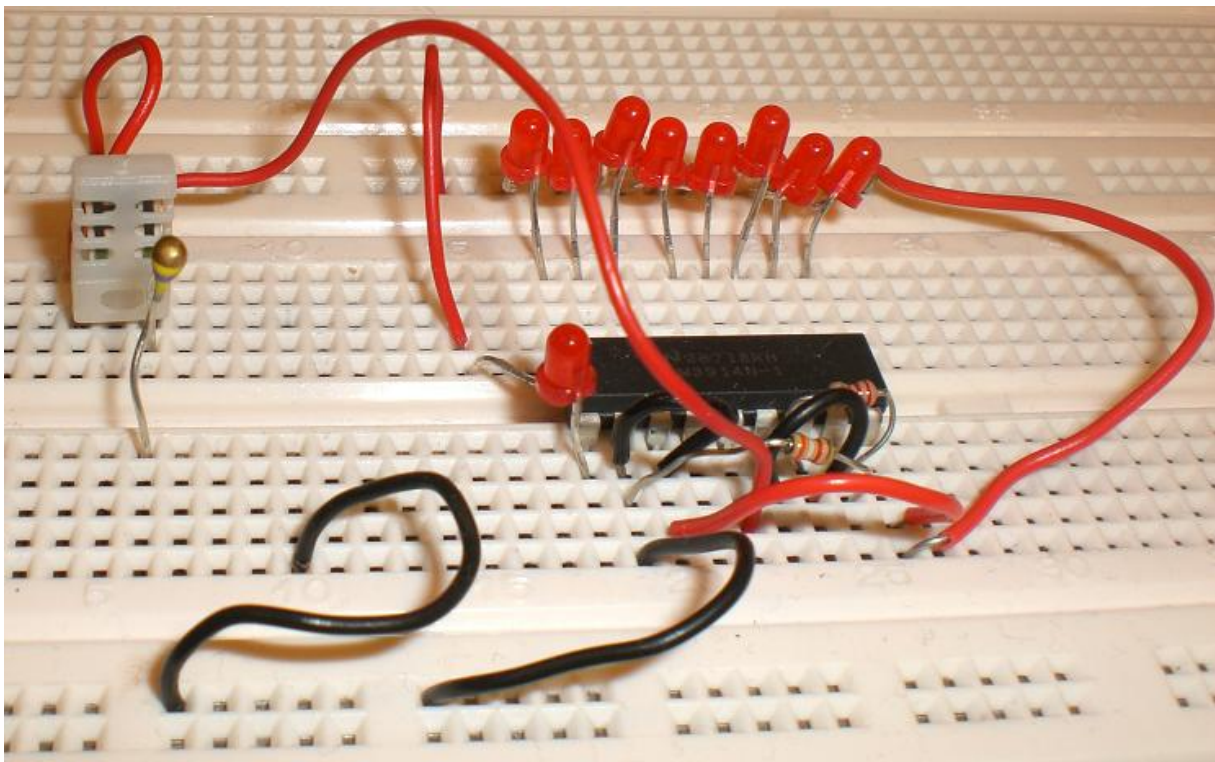
Begge klassene brukte læreverket Rom Stoff Tid, og undervisningsopplegget er nok farget av det. Slik opplegget etter hvert tok form fikk elevene stifte bekjentskap med noen av de komponentene som blir omhandlet i læreboken (lysdioden, termistoren, motstander). I utgangspunktet hadde jeg også ønsket at transistoren skulle være en del av instrumentet. Men

siden transistoren var en del av den integrerte kretsen var det like bra. Dermed ble instrumentet, slik jeg hadde tenkt, en videreføring av forsøkene som står i boken, slik at elevene fikk se hvordan de ulike komponentene også kan settes sammen til ett enkelt instrument.

Det var også et ønske at undervisningsopplegget skulle gi elevene et innblikk i hvordan mange fysikere og ingeniører jobber i dag. Hvordan de går frem når de velger komponenter til elektroniske instrumenter. Derfor ble det til at elevene, i forkant av selve byggingen av instrumentet, skulle jobbe med informasjonssøk i datablad. Her fikk de se hvor slike datablader kan finnes, hvordan komponenter kan bestilles og de fikk se noen eksempler på hvilken informasjon som kan leses ut av datablader.

Selve utviklingen av instrumentet var tidkrevende. Det viste seg at fuktighetsparameteren var en ganske utfordrende størrelse å måle. Målet var at instrumentet skulle virke som følger: Ved normal romtemperatur skulle ingen av lysdiodene lyse. Når man pustet på sensoren (maksimalt) skulle alle 10 lysdiodene lyse. Med de størrelsene som var anbefalt i databladene (til sensoren og den integrerte kretsen) virket ikke dette. Kun et par lysdioder ville lyse. Sensoren som hadde blitt valgt var billig, og det var derfor kun over et begrenset fuktighetsområde at den målte nøyaktig for. Med de størrelsene som var anbefalt fikk vi ikke

Figur 1: Ferdig oppkoblet instrument.



med det fuktighetsområdet som var av interesse for oss. Derfor måtte det beregnes (og prøves ut) hvilke størrelser på komponentene som kunne gi oss den ønskede effekten på instrumentet. Beskrivelsen av hvordan dette gikk til blir omhandlet i lærerveiledningen i appendiks 4). Til slutt virket instrumentet tilfredsstillende.

Fuktighetsmåleren (Se figur 1) ble dermed utgangspunktet for undervisningsopplegget. Elevene skulle arbeide med et produkt, med en viss funksjon, og derfor følte jeg at jeg hadde fått til en teknologisk vri på oppgaven. Nedenfor beskrives hvordan opplegget er utformet.

### **3.2 Innhold i undervisningsopplegget**

Undervisningsopplegget kan i hovedsak deles inn i to ulike deler. I den første delen skal elevene benytte PC for å lete opp informasjon i datablader som de finner på internett. Her stilles spørsmål som er interessante ut fra et teknologisk ståsted, men som skiller seg fra tradisjonelle spørsmål man jobber med i fysikkfaget. Elevene blir her kjent med datablad som er et viktig verktøy i teknologi, men som ikke har samme relevans for fysikken som sådan. Den andre delen av opplegget handler om å bygge en fuktighetsmåler. Her får de nærmere kjennskap til noen viktige komponenter i elektronikken, og noen som er mer sjeldne, men som vi trenger i denne teknologiske innretningen. Underveis skal de gjøre noen målinger for å finne den relative fuktigheten i klasserommet. Til slutt bygges en displaydel hvor det er antall lysende dioder som sier oss hvor fuktig luften er.

### **3.3 Omfang og vanskelighetsgrad**

I utgangspunktet er det tenkt at undervisningsopplegget skal kunne gjennomføres på en fagdag, det vil si fire skoletimer (se kapittel 7 for anbefalinger hva angår tid). Litt av meningen var at dette skulle være et større prosjekt som kunne skille seg fra de klassiske elevøvingene i fysikk, som gjerne har til hensikt å bekrefte en fysisk teori eller demonstrere et fysisk prinsipp, og som er relativt raske å gjennomføre.



Der er en forholdsvis komplisert oppgave, med mange komponenter, mye utstyr og trolig en del ukjente ord og uttrykk. Vanskelighetsgraden kommer an på hvor dypt man velger å gå inn i instrumentet, og dette kan man også velge å variere fra elev til elev, etter hvilke forutsetninger og ønsker eleven har om virkelig å forstå instrumentet.

Hvor lang tid elevene vil bruke på å koble opp instrumentet vil avhenge av hvor kjent de er med å koble med lignende utstyr, hvorvidt de er kjent med bruken av den typen koblingsbrett som blir benyttet her og hvorvidt de er kjent med måleapparater og annet nødvendig utstyr. Det er en stor fordel om elevene har kjennskap til det meste av utstyret på forhånd dersom opplegget skal gjennomføres på en fagdag.

### 3.4 Hensikt

Så hva kan man forvente å få ut av en slik oppgave? Først og fremst er altså dette et teknologisk undervisningsopplegg, som har til hensikt å gi elevene et innblikk i den teknologiske verdenen og som skal legge til rette for arbeid med teknologiske kompetanser, se avsnitt 2.3.

Det å bli nærmere kjent med kobling av komponentene, bruke koblingsbrett, spenningskilde og måleapparat er god øving i tekniske ferdigheter. Andre viktige elementer i teknologien er å skaffe seg informasjon om de ulike delene (komponentene) instrumentet skal bestå av; egenskaper som nøyaktighet, kostnad, slitestyrke og så videre. Valg av komponenter må vurderes ut i fra ulike kriterier, og opplegget kan gi elevene konkrete eksempler på det. Et av kompetansemålene (kompetansemål 4) i den nye læreplanen handler om dette. *Elevene skal kunne gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger.* Elevøvingen gir grunnlag for å arbeide med dette kompetansemålet, på en praktisk og teoretisk måte.

Videre får man et konkret eksempel på bruken av (lys)dioden og transistoren i elevøvingen, dersom en velger å fokusere på det. Kompetansemål 2 sier: *Elevene skal kunne sammenligne oppbygningen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem.* I elevøvingen ser man hvordan disse komponentene utgjør deler av et sammensatt instrument

Det første kompetansemålet handler om ledningsegenskaper ved ulike materialer. I elevøvingen benyttes to komponenter som på ulike vis illustrerer endring av ledningsevne, og som kan danne utgangspunkt for diskusjon rundt dette kompetansemålet. Fuktighetssensoren endrer ledningsevne med vanndampmengden i luft, termistoren endrer ledningsevne med endring i temperatur.

Som antydnet her gir altså undervisningsopplegget grunnlag for også å arbeide med flere kompetanser. Alt etter hvor mye tid en ønsker å bruke på opplegget, kan man velge å fokusere på de ulike læringsaspektene nevnt ovenfor. Også tradisjonelle prinsipper fra elektrisitetslæren som strøm, spenning, Ohms lov osv kan illustreres her. På grunn av den begrensede tiden vi hadde på gjennomføringsdagene, var det først og fremst øvelsene i de tekniske ferdighetene, og kompetansemål fire som det ble fokusert på da opplegget ble prøvd ut.

### **3.5 Utprøving og erfaringer**

Undervisningsopplegget ble prøvd ut i to skoleklasser. Dette avsnittet handler om noen rammer for utprøving og erfaringene jeg fikk fra gjennomføringene på de to skolene. Disse erfaringene har dannet grunnlaget for videreutviklingen av opplegget.

#### **Labhefte**

Elevene fikk utdelt et labhefte som de skulle jobbe seg igjennom fra begynnelse til slutt (Se appendiks 3). Underveis fikk de spørsmål, oppgaver og instruksjoner, og løsningene skulle de notere i heftet. Hvorvidt dette ville fungere med elever på dette nivået var spennende å se. Men labheftet ble vurdert til å være den mest ”ryddige” og effektive måten for å gi oppgavene til elevene. Labheftene ble tatt inn etter utprøvingen. Disse kunne si noe om nivå og omfang på opplegget og om elevene hadde klart å gjennomføre oppgavene. Men først og fremst ble labheftene studert for å se hvilke endringer som burde gjøres. Labheftet ble redigert i to omganger. Først etter besøket på skole 1. Deretter etter besøket på skole 2.

## Utprøving ved skole 1

Ved to anledninger hadde jeg vært på besøk ved skolen og hilst på elevene. Jeg ønsket få inntrykk av klassen, og gjøre dem forberedt på at jeg skulle komme inn i klassen og gjennomføre dette opplegget med dem senere.

Som nevnt tidligere var planen å gjennomføre undervisningsopplegget på en fagdag. Da det viste seg at det ikke lot seg gjøre, ble vi nødt til å gjennomføre opplegget over 2 dobbeltimer, hvor jeg dessverre ikke hadde anledning til å følge klassen i den siste dobbelttimen.

Det var selvsagt uheldig at jeg ikke var der den andre timen. Det gjorde at jeg ikke fikk så mye informasjon som jeg burde. Jeg pratet med læreren etter at de var ferdige med opplegget. Han var fornøyd med hvordan det hadde gått. Men alle de tre gruppene hadde koblet feil, og feilene ble ikke oppdaget i løpet av den andre dobbelttimen. Til neste gang ble derfor alle instrumentene gjennomgått og feilene ble funnet, men på grunn av dette brukte de også litt av en tredje dobbelttime for å gjøre seg ferdig.

Læreren var svært interessert i emnet selv, og viste interesse for opplegget mitt fra første stund. De hadde vært igjennom all teori på forhånd som var relevant for opplegget. Elevene hadde en del erfaring med utstyret fra før, og det var ingen tvil om at de behersket både måleutstyr og koblingsbrett. Dermed kunne de konsentrere seg om selve oppgaven, og ikke alt det i rundt som bør være kjent før en tar fatt på et allerede omfattende opplegg. Klassen ville nok greid å gjort seg ferdig til planlagt tid dersom læreren hadde hatt litt mer erfaring i å koble opp instrumentet og på denne måten ville hatt innsikt i hvor elevene har en tendens til å gjøre feil. Læreren ønsket å inkludere et par oppgaver som han gjerne ville ha med i tillegg til de jeg hadde planlagte. Dette var mer tradisjonelle fysikkoppgaver, blant annet en utledningsoppgave som elevene brukte veldig lang tid på.

Etter timen skrev jeg ned observasjonene mine under timen. Ting som hadde fungert, og ting som ikke var vellykket og som jeg ønsket å endre på til neste gjennomføring. Jeg snakket også med læreren som fulgte elevene under den siste dobbelttimen, og tok disse inntrykkene med i vurderingen.

Dette kom ut av utprøvingen (notater):

- *Jeg fikk bekreftet at jeg ikke ønsker å ha med de oppgavene som minner om typiske fysikkoppgaver. Disse tar ganske mye tid, og dessuten er dette problemstillinger som kan tas ut, uten at det går ut over hensikten med opplegget. Slike oppgaver kan med*

*fordel tas opp igjen i ettertid av opplegget for å dra paralleller mellom det praktiske vi jobbet med her, og teori fra andre deler av lærestoffet.*

- *Jeg oppdaget at elevene leste spørsmålene jeg hadde formulert på en annen måte enn jeg hadde tenkt. Dette ble forsøkt endret på til neste utprøving.*
- *Jeg oppdaget at det kanskje ble litt mye tekst i labheftet. Elevene er interesserte i hva de skal svare på og hva de skal koble opp, og hopper over teksten imellom som ikke blir sett på som så interessant. Derfor bør man som lærer forberede elevene godt på hva de skal jobbe med, og kanskje lese gjennom teksten sammen med dem på forhånd. (Og evt kutte ned litt på teksten).*

På grunn av endringene som ble gjort etter første utprøving var de to gjennomføringene litt forskjellige. Noen oppgaver ble tatt ut og lagt ved som ekstraoppgaver, noen spørsmål ble omformulert og en figur ble f.eks også fjernet. I tillegg var det to ulike utgangspunkt også med tanke på hvilken faglig bakgrunn elevene hadde (og for så vidt bakgrunnen som læreren hadde). Klassene og deres bakgrunn blir beskrevet i avsnitt 4.1.

## **Utprøving ved skole 2**

På denne skolen hadde vi en fagdag til rådighet. Jeg hadde besøkt elevene en uke før, og da fikk de en kort introduksjon av instrumentet som skulle bygges. De var ikke kjent med koblingsbrettet fra før, så vi brukte litt tid på å snakke om hvordan det fungerer. På dette tidspunktet var jeg ikke klar over at elevene ikke hadde hatt elektrisitetslære før de startet på temaet. Dette oppdaget jeg først den dagen opplegget skulle prøves ut. Jeg hadde antatt at undervisningen av elektrisitetslæren kom før elektronikktemaet. Dette er grunnleggende for forståelsen av hvordan oppkoblingen fungerer og for hvordan utstyret fungerer.

Den dagen undervisningsopplegget skulle prøves ut på elevene startet jeg med å snakke litt mer om min bakgrunn og hensikten med at de skulle bygge dette instrumentet. Da vi kom i gang brukte elevene veldig lang tid på den første delen av oppgaven som handlet om informasjonssøk i datablad. De brukte over dobbelt så lang tid som den andre klassen. I ettertid ser jeg at jeg burde styrt strengere, slik at elevene ble tvunget til å jobbe mer effektivt.

Disse elevene var altså ikke kjent med utstyret fra før. De var ikke kjent med verken spenningskilder eller multimeter, og det var en del ord og uttrykk som dukket opp i labheftet som var ukjente for dem (f.eks tegnet for Ohm ( $\Omega$ )). Så det ble mye veiledning fra min sin

side. Når dette i tillegg er et undervisningsopplegg hvor man også i utgangspunktet må regne med å "hjelp" elevene en del underveis, hadde jeg fullt opp hele undervisningsøkten. Av de seks gruppene, var det kun noen få grupper som fikk lysdiodene til å lyse, og kun en gruppe ble ferdig i tide slik at de også fikk leke seg litt med instrumentet etterpå. Det var altså et par grupper som ikke fikk lysdiodene til å lyse, og disse var svært skuffet. Disse elevene ønsket å fortsette selv om timen var over. De var ivrige etter å få instrumentet til å virke, og på den måten så forsøket ut til å fenge elevene.

Etter utprøvingen skrev jeg ned de erfaringene og observasjonene jeg hadde gjort. Disse presenterer jeg nedenfor.

Dette kom ut av utprøvingen (notater):

- *Elevene som leste labheftet nøye var de som fikk til oppkoblingen.*
- *Mange stolte blindt på tegningene, som for øvrig var utydelige, og bare ment til å gi et overordnet hint om hvordan det skulle se ut. Jeg må vurdere om dette skal vekk (spesielt displaydelen) eller om det må lages bedre tegninger.*
- *Opplegget bør ikke gjennomføres med for mange grupper. Her var det 6 grupper (med 3 elever per gruppe), og det var mer enn nok. På grunn av at opplegget er ganske avansert må læreren fungere som en veileder gjennom hele forsøket. Det er nesten umulig å ikke koble feil, og læreren bør ha ganske mye erfaring selv med oppkobling for å være klar over hvor elevene fort gjør feil.*
- *Det kan lønne seg å ha en "ressursperson" på alle gruppene som kan drive gruppen fremover.*
- *I avsnitt 3.1, punkt 10 fikk mange ganske store problemer. Det var forvirrende med 2 spenningskilder. Oppgaven ville nok fungert bedre i denne klassen dersom elevene var kjente med spenningskildene. (Dessuten var spenningskildene så unøyaktige på skolen at oppgaven fungerte dårlig av den grunn. De kunne ikke settes lavere en 1 volt (det krevdes 0 volt for å gjennomføre første spørsmål i oppgaven)). På grunn av de unøyaktige spenningskildene ble dermed også punkt 11 umulig å gjennomføre. Dette hadde jeg ikke tenkt på før.*
- *Det kan lønne seg å dele opp og gjøre noe av forsøket (f.eks del 1) en time tidligere, slik at all informasjonen fordeles over mer enn 1 økt. Dette kommer an på hvordan læreren har lagt opp undervisningen i forkant av forsøksdagen. Det er stor forskjell på*

*om elevene er vant til å bruke utstyret på forhånd, og er blitt kjent med en del av uttrykkene de møter på.*

- *Det kan lønne seg å lage oppbevaringsbokser for å skille komponentene og utstyret, slik at elevene enkelt kan plukke utstyr selv.*
- *Det var gunstig å ha en gjennomgang på forhånd med presisering av hvorfor elevene skal gjøre dette forsøket. Det virket som om eleven ble motiverte når de var bevisste på at dette er relevant i forhold til hvordan mange fysikere og ingeniører jobber.*
- *Bør kanskje markere med "rammer" i teksten der elevene skal skrive svarene, da de fort mister oversikten over hva de har svart på og ikke.*
- *Elevene fant ikke ut hva "pin" betyr på LM3914. Bør ha figur med presisering av dette i labheftet.*
- *Avsnitt 2.1.1 punkt 8. Kanskje bør det inkluderes figurer som viser utspenningen med en fast motstand i forhold til en termistor med varierende motstand? Kanskje kan de legges med som vedlegg.*
- *Det er nødvendig at læreren selv har en del erfaring med å bygge instrumentet dersom en skal kunne avsløre feil i elevenes oppkoblinger.*

Disse erfaringene var viktige i forhold til videreutviklingen av undervisningsopplegget og for anbefalingene til gjennomføring som jeg presenterer i avsnitt 7.1.

## 4. Metoder i undersøkelsen

Det empiriske grunnlaget for undersøkelsen består av elevbesvarelser fra to spørreskjemaer. Elevene svarte på et spørreskjema både før og etter endt undervisning av hovedområdet *Fysikk og teknologi*. Spørsmålene omhandlet undervisningsopplegget, så vel som teknologiemnet mer generelt. Disse besvarelsene skulle danne grunnlag for evalueringen av undervisningsopplegget, og utgjøre datamateriale for diskusjon rundt spørsmålene som ble stilt i innledningen (side 10). I dette kapitlet skriver jeg om hvordan utvalget av klassene gikk til og min rolle i forhold til utprøvingen av undervisningsopplegget. Deretter tar jeg for meg hensikten med hver av de to spørreskjemaene elevene svarte på, og hva det ble lagt vekt på i utformingen av skjemaene. Til slutt forklares det hvordan det empiriske materiale ble analysert ved hjelp av programmet Atlas.

### 4.1 Metoder for utprøving av undervisningsopplegget

#### Utvalg av klasser

Det var to klasser med helt forskjellig utgangspunkt som gjennomførte undervisningsopplegget. Årsaken til at undervisningsopplegget ble prøvd ut i to skoleklasser var for å få større datamateriale til undersøkelsen og bedre grunnlag for å videreutvikle opplegget. Muligheten for å generalisere er uansett begrenset, men to klasser gir likevel større bredde i materialet.

”Skole 1” hadde jeg kjennskap til fra den ene praksisperioden min i forbindelse med studiene på PPU. Her kjente jeg til fysikklærerne fra før. Læreren som underviste i Fysikk 1 hadde som sagt stor interesse for emnet, og det passet fint i forhold til oppgaven min. Han hadde også en del erfaring fra egne sivilingeniørstudier. Skolen hadde en elektronikkklubb, og dermed ville det praktiske løse seg enkelt da det ville bli lett å låne utstyr derfra. Klassen var godt kjent med utstyret som skulle brukes under undervisningsopplegget på forhånd, da læreren hadde forberedt dem på det gjennom tidligere elevøvinger. Elevgruppen var liten, med bare 10 elever i klassen.

”Skole 2” ble kontaktet gjennom veilederen min, som kjente til en lærer der som trolig ville bli glad for å få et bidrag utenfra på dette emnet. Læreren var uttrygg på temaet og hadde lite erfaring fra før. De hadde ikke tilgang på alt utstyret som vi trengte til å gjennomføre opplegget, så dette måtte tas med til skolen. Som beskrevet i kapittel 3 hadde ikke elevene brukt utstyret ved tidligere anledninger. Det var 17 elever i denne klassen.

Dermed skulle opplegget prøves ut på to klasser med helt forskjellig utgangspunkt. Til sammen var det 27 elever som deltok i gjennomføringen av undervisningsopplegget. Det kan nok reises spørsmål til hvordan utvalget har foregått. Robson (2002) stiller seg tvilende til undersøkelser der utvalget består i å velge de ”nærmeste og mest passende” gruppene til å være respondenter. Han kaller dette “convenience sampling”, og kommer med følgende kritikk av metoden: *Convenience sampling is sometimes used as a cheap and dirty way of doing a sample survey. You do not know whether or not findings are representative* (s. 265). Det er altså en litt “skitten” måte å gjøre utvalg på dette! Men erfaringene har sannsynligvis likevel en viss overføringsverdi, fordi det ikke er grunn til å tro at klassene skiller seg nevneverdi fra dem man kan forvente å finne i *Fysikk 1*.

## **Min rolle**

Det var jeg som fungerte som lærer under gjennomføringene av undervisningsopplegget ved begge skolene. Dermed hadde jeg en *deltagende rolle* som observatør. Dette undervisningsopplegget krever mye veiledning fra læreren. Det gjorde at det var vanskelig å notere observasjonene underveis, og jeg noterte derfor ned observasjonene og inntrykkene så raskt som mulig etter at undervisningsøkten var over. Notater som gjøres på denne måten, i etterkant av observasjonen, er mer utsatt for påvirkninger og forstyrrelser (Robson 2002: 324). Men på grunn av den veiledende rollen jeg påtok meg, var det nødvendig å vente med notatene til etterpå.

Notatene og innrykkene utgjorde altså grunnlaget for endringer i undervisningsopplegget/ labheftet.



## 4.2 Innsamling og analyse av empirisk materiale

Det ble benyttet to spørreskjema i denne undersøkelsen. Ett før, og ett etter undervisningen av emnet *Fysikk og teknologi*. I dette avnittet skriver jeg kort om spørreskjemaer generelt, og så om hva som inngår i spørreskjemaene i denne undersøkelsen.

### Spørreskjema

Det var hovedsaklig spørreundersøkelser som skulle utgjøre det empiriske materialet i undersøkelsen. Det ble gitt et spørreskjema i forkant av undervisningen i emnet, og et spørreskjema i etterkant. Disse var ment å gi svar på spørsmålene i innledningen (side 10), og danne grunnlaget for evalueringen av undervisningsopplegget. Hensikten med evalueringen var ikke bare å bekrefte/avbekrefte undervisningsoppleggets funksjon, men å gi tips til forbedringer. En spørreundersøkelse bør ha en nyttefunksjon (Robson 2002: 209)!

Spørreundersøkelser er raske å gjennomføre, noe som var gunstig for ikke å bruke for mye av den ordinære undervisningstid fra skolene. Og ikke minst får man mange besvarelser samtidig. Dessuten blir de samme spørsmålene stilt på samme måte til alle elevene. Spørreundersøkelser fører også til relativt lettvinnt databehandling (sammenlignet med for eksempel intervju).

Av hensyn til validiteten ble det valgt å benytte åpne spørsmål. På den måten håpet jeg at "elevens stemme" i størst mulig grad skulle komme frem. Undersøkelsens validitet kunne blitt styrket ytterlig dersom det hadde blitt foretatt intervjuer i stedet for, - eller i tillegg til, - spørreundersøkelsene. Intervjuer er en god, men tidkrevende, metode for å få svar på forskningsspørsmålene. Det er også lettere å forhindre at intervjuobjektet misforstår spørsmålet, og slik kunne man sikret seg at de svarer på det som det faktisk blir spurt om. Det ble ikke tid til å gjennomføre intervjuer i denne undersøkelsen.

Validiteten i en spørreundersøkelse sier noe om hvorvidt resultatene gir svar på det som egentlig ønskes å undersøke. I tillegg til at jeg ønsket at "elevens stemme" skulle komme frem, var det enkelte faktorer ved deres forhold til emnet *Teknologi og fysikk* jeg ønsket å undersøke. Nedenfor skrives det om hensikten med de ulike spørsmålene som ble stilt i spørreundersøkelsene.

## **”Kartlegging av forkunnskaper i elektronikk”**

Før elevene hadde begynt med undervisning i kapitlet ”Halvlederteknologi” ble de bedt om å fylle ut et skjema som jeg kalte ”Kartlegging av forkunnskaper i elektronikk”. Med denne ”pre - testen” hadde jeg et ønske om å få inntrykk av hvordan elever forholder seg til dette temaet i forhold til andre mer tradisjonelle fysikkemner. Et aspekt er hvilke kunnskaper elevene har i temaet. Et annet aspekt, som jeg synes er vel så interessant å få et inntrykk av, er hvilke interesser elevene har for dette temaet. Jeg ønsket også å se på om interessen kunne spores til hvilken erfaring elevene har på området. Spørreskjemaet besto av følgende 5 spørsmål:

- 1. Hva forbinder du med en ”transistor”?  
(Hva brukes den til? Hvordan fungerer den? Tegn dersom du vet hvordan en transistor ser ut?)*
- 2. Elektriske sensorer blir en stadig større del av vår hverdag. Kan du gi eksempler på noen ulike sensorer? Og vet du (eller kan du foreslå) hvilke prinsipper de fungerer etter?*
- 3. Nedenfor ser du et bilde av en lysdiode. Har du sett en slik lysdiode i bruk (hvor)?*
- 4. Har du noen gang åpnet en radio, PC, mobiltelefon eller lignende?  
Hvis ja, hvorfor?  
Hvis nei, hvorfor?*
- 5. Kunne du tenke deg å arbeide med noe som har med elektronikk å gjøre i fremtiden?*

## **Elevenes evaluering**

Da elevene var ferdig med undervisningen av ”Halvlederteknologi” ble de bedt om å fylle ut et nytt spørreskjema. Her fikk de spørsmål som først og fremst omhandlet undervisningsopplegget, men også noen som omhandlet temaet Halvlederteknologi mer generelt. Noen av disse var ment å avdekke om noen hadde endret syn etter å ha blitt bedre kjent med temaet. Spørreskjemaet bestod av følgende 7 spørsmål:

1. *Hadde du sett ett datablad før du gjorde elevøvingen "bygg en fuktighetsmåler"?*
2. *Var denne elevøvingen forskjellig fra andre elevøvinger dere blir gitt i fysikk?  
I så fall: På hvilken måte?*
3. *Hva var det viktigste du lærte?*
4. *Hva var bra?*
5. *Hva var ikke bra?*
6. *Hvordan synes du om fysikkemnet "Halvlederteknologi" i forhold til andre fysikkemner?  
For eksempel: (Morsomt/kjedelig), (Lett/vanskelig), (Godt kjent/ Fremmed), (Nyttig/unyttig)*
7. *Har du mer eller mindre lyst til å jobbe med noe som har med elektronikk å gjøre etter å ha vært igjennom dette evnet?*

Selv om elevenes evaluering fra skole 1 ble samlet inn før utprøvingen på skole 2, ble disse lest først når samtlige spørreskjemaer ble samlet inn. På den måten dannet ikke svarene fra spørreskjemaene grunnlag for endringen mellom de to utprøvingene.

Utformingen av spørsmål 6 bør kommenteres nærmere. Først blir de spurt om hva de synes om dette temaet i forhold til andre temaer. Deretter gis det forslag til hva de kan svare. På den måten legges det føringer for hva de kan svare, og en ville helt sikkert fått andre svar dersom det ikke var gitt eksempler på hva de kunne svare. En grunn til at jeg valgte å gi disse eksemplene var for å sikre at jeg skulle få litt mer ut av svarene. At de skulle få tips om hva jeg var ute etter å få svar på. Dermed ble det også lettere for meg å få en reliabel opptelling etterpå på de faktorene jeg var interessert i å få informasjon om.

### **Hvordan ble empirisk materiale analysert?**

Elevenes svar på de to spørreskjemaene ble først sortert og kategorisert ved hjelp av programmet Atlas. På grunn av at elevene hadde skrevet svarene på papir, måtte svarene først tydes og skrives inn i et tekstprogram. Filene ble så lagret som "ren tekst med linjeskift", og

deretter bearbeidet i Atlas. Dette var til god hjelp for å få god oversikt over materialet. Hvert spørsmål fikk sin kode. Slik ble det enkelt å studere hvert spørsmål og alle de ulike svarene på akkurat det spørsmålet. Da svarene på hvert spørsmål var samlet, kunne man (avhengig hvilket spørsmål som ble stilt) telle hvor stor del av elevene som for eksempel ga inntrykk av å ha kunnskap, eller ikke. Resultatene fra analysen omhandles i kapittel 5.

## 5. Resultater fra empirisk materiale

Resultatene fra det empiriske materialet kunne gi meg svar på hvilket forhold elevene hadde til elektronikk på forhånd, og i etterkant, av undervisningen av emnet. I tillegg kunne elevenes svar i tilknytning til undervisningsemnet gi meg informasjon om hvordan det endelige utkastet av labheftet skulle se ut, og det kunne gi meg informasjon om hvilket utbytte elevene hadde fra opplegget. I dette kapitlet presenteres elevenes besvarelser i tilknytning til hvert av spørsmålene som ble stilt. Resultatene drøftes videre i kapittel 6.

Videre i dette kapitlet blir resultater i form av elevenes svar på oppgavene i labheftet kort presentert. Til slutt i kapitlet skriver jeg om hvorvidt det er noen forskjell å spore i besvarelsene fra den ene klassen i forhold til den andre.

### 5.1 Kartlegging av forkunnskaper i elektronikk

Av de 27 elevene som deltok på undervisningsopplegget var det 24 som leverte inn dette skjemaet. Elevene får spørsmål som har til hensikt å si noe om hvilke kunnskaper, erfaringer og interesser elevene har når det kommer til elektronikk; Hva vet de om transistoren, sensorer, lysdioden, har de drevet med ”hobbyelektronikk” og kan de tenke seg å jobbe med elektronikk i fremtiden? Se appendiks 1 for å se hvordan spørreundersøkelsen var utformet.

#### Transistoren

På spørsmålet som angikk transistoren var jeg interessert i å avdekke hvor mye kunnskaper elever har fra før når det kommer til elektronikk og elektriske komponenter. Resultatene fra spørreundersøkelsen er med på å underbygge mistanken min om at elever generelt har lite forkunnskaper om dette. Antallet som svarer blankt eller ”vet ikke” er 15 elever, altså en stor del av elevgruppen. Noen få prøver å resonere seg frem til hva det kan være ut fra forstavelsen ”trans”. Et eksempel på dette er når en av jentene svarer:

*Omdanning til elektrisk energi (??).*

”Trans” blir nok her forbundet med omdanning, og det er jo egentlig et veldig fornuftig resonnement. Det kan vel også være at de forbinder transistor med det kanskje litt mer kjente ordet ”transformator”, og kommer med et forslag på bakgrunn av dette.

Det er også andre gode forslag, hvor elevene enten er inne på det riktige eller har helt rett. En elev skriver:

*Jeg forbinder det med transistorradio. Aner ikke helt hva den gjør, men så vidt jeg vet ser den slik ut ovenfra: ••*

Selv om eleven ikke vet noe særlig om komponenten transistoren, har han tydeligvis litt erfaring fra før. To andre elever trekker frem transistorens egenskaper, og en av disse skriver:

*Transistorer brukes blant annet som forsterkere og som brytere. Forbinder det med data, radio og annet lignende.*

Et annet godt svar er:

*En transistor er en liten ”ting” som skrur svake strømmer frem og tilbake. Disse strømsignalene som går frem og tilbake kan vi kalle for 0 og 1 som i en datamaskin. Hvor mange transistorer det er i en datamaskin kan avgjøre datamaskinens styrke.*

Selv om noen av elevene forbinder noe med eller vet hva en transistor er, er det likevel flesteparten som ikke vet. Disse har altså lite eller ingen forkunnskaper når det gjelder transistoren. Transistoren er kanskje den aller viktigste komponenten i moderne elektronikk, og det at så mange, som det tyder på her, ikke vet noen ting om transistoren, er vel et tegn på at det viktig å ha med dette temaet i undervisningen.

## **Sensorer**

Det er noen flere som viser litt kunnskaper når det gjelder sensorer, noe en også kan forvente da ordet brukes mer dagligdags. De ble bedt om å gi eksempler på noen sensorer, og foreslå hvilke prinsipper de fungerer etter. De fleste (16 elever) klarer å gi ett eller flere eksempler på hvor elektroniske sensorer finnes eller hva de brukes til. Men de færreste kan si noe om hvilke

fysiske prinsipper de fungerer etter. To av elevene greier derimot å skrive noe om hva en sensor er/ hvordan den fungerer, og viser på den måten mer inngående kunnskaper:

Eks 1: *Det er et apparat som måler en verdi av en fysisk størrelse. Hvis apparatet også varsler at en viss verdi er overskredet, kaller vi det en detektor. Eksempel: Autopass.*

Eks 2. *Fotoceller, varmesensorer, bevegelse, fuktighet og lyssensor. Prinsippene er jeg usikker på, men materiale og ledningsevne endrer vel etter forholdene, I guess.*

Omtrent sju av tjuefire elever skriver at de ikke vet noe om sensorer.

### **Lysdioden**

Elevene ble gitt et bilde av en lysdiode og så ble de spurt om de har sett ”en slik” i bruk? Også her greier de fleste å gi noen eksempler på hvor lysdioden brukes (sykkellykt, røykvarslere, radioer ...). Det var seks av tjuefire elever som har ikke sett eller kan ikke gi eksempler på hvor slike lysdioder brukes.

### **Åpnet instrument**

På dette spørsmålet om hvorvidt de har åpnet et instrument før, var målet først og fremst å avdekke hvor mye praktisk erfaring elevene hadde fra før. Hvorvidt elevene har denne type erfaring kan også si noe om nysgjerrigheten og hvor interesserte de er i dette temaet. Det er interessant å se hvordan de begrunner hvorfor de har eller ikke har åpnet et instrument. På dette spørsmålet var det morsomt å studere svarene i forhold til kjønn, uten at jeg skal gjøre noe poeng av dette i denne oppgaven. Sju av elevene svarer at de ikke har åpnet instrumentet. Av disse er fem jenter og to gutter. Jenten begrunner dette med at de ikke kan noe om det, at de ikke tørr, at det er uinteressant da andre kan gjøre det for dem. Guttene begrunner derimot dette gjennom et nytteperspektiv: Den ene skriver: *Nei. Har aldri hatt behovet for det og muligheten har aldri bydd seg.* Den andre gutten skriver: *Nei, har ikke vært nødvendig.*

Av de sytten som svarte ja var femten gutter (88,2% av guttene) og to jenter (28,6% av jentene). De to jentene som svarte ja hadde følgende begrunnelser:

Eks 1: *(Sette i batteriet.) Ja, ei datamaskin. Pappa skulle vise meg noe.*

Eks 2: *Ja, åpnet en mobiltelefon for å skifte skjerm en gang.*

Blant guttene går begrunnelsene mer på nysgjerrighet og spenning, at de vil ”vite hvordan det ser ut inni”. Eller at de skulle prøve å reparere noe eller finne feil. Ingen gir uttrykk for at de vet noe spesielt om komponentene som utgjør utstyret. Men de synes dette er spennende, noe svaret fra denne eleven illustrerer:

*Ja, for å reparere den. Og fordi det er interessant å se hvordan en slik maskin fungerer.*

(Jeg gjør ingen analyse av forskjell på svareren hva angår kjønn i denne oppgaven)

Det at elevene fra nå av (gjennom det nye hovedområdet Fysikk og teknologi) får anledning til å bli bedre kjent med komponentene vil gi dem bedre grunnlag for også å drive med ”hobbyelektronikk” og forhåpentligvis fange mer interesse for fagområdet.

### **Arbeide med elektronikk**

Hvordan elevene stiller seg til spørsmålet om de ønsker å arbeide med elektronikk i fremtiden kan også si noe om hvor interesserte de er i emnet. Jeg ønsket å se på hvordan de stilte seg til dette spørsmålet både før og etter de hadde fått undervisning i kompetansemålene under Fysikk og teknologi.

Slik jeg tolker besvarelsene svarer seks av elevene at de kunne tenke seg å jobbe med elektronikk før undervisningen av emnet tok til. Omtrent like mange svarer kanskje. Resten, dvs halvparten av elevene leverte blankt eller svarte nei.

## **5.2 Elevenes evaluering**

Av de 27 elevene som deltok på undervisningsopplegget var det 25 besvarelser på denne spørreundersøkelsen som ble gitt i etterkant av undervisningen i emnet og etter at de hadde gjennomført undervisningsopplegget om fuktighetssensoren. Jeg hadde et ønske om å få elevenes respons på undervisningsopplegget i tillegg til å avdekke om interessen for temaet hadde forandret seg etter endt undervisning. Se appendiks 2.



## **Datablad**

Elevene ble i evalueringen spurt om de hadde sett et datablad i forkant av undervisningsopplegget ”Bygg en fuktighetsmåler”. De aller fleste (20 elever) har ikke sett et datablad tidligere. Det kan si noe om både interesse og erfaring de har fra å eksperimentere med elektronikk, men først og fremst tyder dette resultatet på at vi som fysikklærere bør vise elevene at denne informasjonen finnes.

To elever svarer *Ja* på dette spørsmålet. Uten å si noe om hvilken erfaring de har med datablad. De tre resterende skriver:

Eks 1: *Jeg har sett noe lignende, men ikke sett ”nærme” på det å bygge en fuktighetsmåler.*

Eks 2: *Ja, det har jeg, men har ikke benyttet et slikt datablad i praksis.*

Eks 3: *Ja, men kun i sammenheng med kjemikaler.*

Det å gi elevene kjennskap til at datablader finnes lett tilgjengelig på internett, gjør de lettere for dem å undersøke elektroniske ”duppedingser” på egen hånd. Det handler om å gjøre dem oppmerksomme på hva som finnes av muligheter.

## **Var dette en annerledes elevøving?**

På spørsmålet om denne elevøvingen skilte seg fra tidligere elevøvinger de har hatt, svarer kun to av elevene nei. Resten svarer at den er annerledes, men det varierer hva de gir som begrunnelse for dette. Det at man finner såpass forskjellige svar kan si oss noe om hvor forskjellig lærdom ulike elever trekker fra et og sammen undervisningsopplegg. De legger merke til ulike aspekter ved opplegget, og det trenger absolutt ikke å være det samme som læreren hadde til hensikt å vise dem.

Noen nevner av at det å få utgitt et slikt hefte var nytt. En elev skriver: *Den var forskjellig fra andre elevøvinger. Hftet vi fikk ga oss oppgaver og instruksjoner underveis.* En elev bemerker at informasjonen i databladet ble gitt på engelsk (Databladene var skrevet på engelsk). Mens noen trekker fram muligheten til samarbeid som annerledes eller bra. Det var noe jeg ikke har lagt så mye i. En jente svarer: *Ja. Mye mer mulighet til å jobbe med andre elever der alle bidro. Spennende med et helt nytt og ukjent tema.*

En del trekker frem at det å ”bygge noe” var nytt, og det at det var så mye praktisk:

Eks 1: *Ja, litt forskjellig, det var nytt for de fleste. Vi har aldri bygd noenting før.*

Eks 2: *Har aldri brukt datablad før, og har heller ikke bygd noe som igjen skal fungere, så ja.*

Eks 3: *Litt annerledes. Vi fikk bygge noe selv fra bunnen og var nødt til å prøve å feile før vi fikk det til.*

Da utviklingen av undervisningsopplegget startet hadde jeg et ønske om at opplegget skulle være en forlengelse av det som sto i lærebøkene, og at opplegget skulle vise hvordan de ulike komponentene kan settes sammen i ett og samme instrument. En elev påpeker nettopp dette: *Den var annerledes fordi den gikk mye mer "utover" boka, enn andre øvinger. Dette var veldig morsomt og lærerikt.* En annen elev skriver: *Ja! Dette var mye mer moderne og interessant.*

Ganske mange trekker frem det at oppgaven var mer avansert og omfattende enn tidligere undervisningsopplegg. Det var jo også en del av hensikten med øvingen. Her er tre eksempler:

Eks 1: *Mer omfattende og avansert. Bruker vanligvis verktøy til å gjøre målinger og lignende. Denne gangen lagde vi verktøyet.*

Eks 2: *Litt forskjellig fordi den var mer omfattende og hadde en nytteverdi.*

Eks 3: *Ja, det var den. Litt mer avansert og spennende, fikk gjøre mye selv.*

En elev skriver at det som gjorde øvingen interessant nettopp var det at den var litt vanskeligere enn de "vanlige" øvelsene. Det er altså store variasjoner i hva de ser på som annerledes. Noen prøver å forstå alt, og er opptatt av det. Andre igjen er kun opptatt av koblinger, eller det å avisolere ledninger, altså rent praktiske ferdigheter. En ser dermed at undervisningsopplegget, med sin kompleksitet og varierte arbeidsoppgaver, kan føre til at elevene lærer på ulike "nivå" og at det derfor kan fungere fint som differensieringsoppgave.

### **Viktigste lærdom.**

I svarene på hva som var det viktigste de lærte er det store variasjoner i hva elevene svarer. Men det som er en gjenganger på dette spørsmålet er at det viktigste de lærte var å koble en krets slik at det gikk strøm, og at de lærte hvordan utstyret og kretskortet fungerte. Mange

erfarte også hvor viktig det er å være grundig når man skal koble opp såpass avanserte kretser, og satte opp dette som en av de viktigste lærdommene fra undervisningsopplegget. En elev skriver følgende om hva som var det viktigste han fikk ut av forsøket:

*Nøyaktigheten som må til under koblingen av en strømkrets. Dersom en ting er koblet feil, vil ikke lyspærene kunne lyse.*

Et par skriver at det viktigste de lærte var at elektronikk kan være morsomt, og det er selvfølgelig gledelig dersom elever kan trekke slike erfaringer av et forsøk. Andre trekker ikke fram noe spesielt som det viktigste, men svarer ”helheten” på dette spørsmålet.

En elev trekker til og med frem det å samarbeide som det viktigste han fikk ut av forsøket. Opplegget er kanskje litt spesielt på den måten at det ”pålegger” elevene å samarbeide, da det ellers ville vært vanskelig å gjennomføre. Elevene blir utfordret i å samarbeide med hverandre.

Noen elever, som også er blant de som setter stor pris på å få jobbe praktisk, svarer ”avisolere ledninger”. Det å få gjøre noe selv, noe nyttig, blir sett på som viktig. Flere elever setter også pris på å bli kjent med datablader, og setter dette som den viktigste lærdommen.

### **Hva var bra?**

På spørsmålet om hva som var bra med opplegget vektlegger elevene praktisk verkstedsarbeid. Det å få bygge noe selv blir sett på som positivt. En del trekker også frem at det var bra at oppgaven var såpass omfattende og at de måtte arbeide på flere forskjellige måter. Her er to sitater fra elevene:

*Lærte mye nytt. Så hvordan en sensor fungerer. Omfattende oppgave som krevde konsentrasjon fra elevens side. Artig å ”skape” noe.*

*Spennende og interessant. Annerledes enn andre elevforsøk. Vi fikk muligheten til å bygge noe selv og dermed kunne vi se resultatene underveis.*

Noen nevner at det var bra at de fikk jobbe med noe som var aktuelt og som de kunne relatere til virkeligheten, slik som denne eleven:

*Dette var noe som vi kunne relatere til virkeligheten og som vi ser at kan brukes i virkeligheten.*

Ellers nevnes ord som ”annerledes” og ”nytt” som positivt. Noen få trekker frem at heftet var godt utarbeidet mens andre setter pris på å få jobbe i grupper.

### **Hva var ikke bra?**

På spørsmålet om hva som ikke var bra med undervisningsopplegget er det mange som svarer at det var litt dumt at de fikk litt lite tid. For noen av de som ikke rakk å fullføre var det nok et lite nederlag å ikke bli ferdig. Det er altså en utfordring å legge opp undervisningsopplegget slik at alle rekker å fullføre. Man burde kanskje bruke litt tid i tillegg til en fagdag til forberedelser. Ellers er det et par som kommenterer at det var litt i vanskeligste laget, mens andre igjen synes, som vi har sett, at det var positivt at det var såpass avansert. Som lærer er det nok viktig å poengtere for en del elever at det ikke er nødvendig at de skal forstå absolutt alt om hvordan instrumentet fungerer.

### **Hva synes du om ”halvlederteknologi” i forhold til andre tema?**

I boken som disse elevene bruker er hovedområdet *Fysikk og teknologi* er samlet i ett kapittel, ”Halvlederteknologi”. På spørsmålet om hva de synes om temaet halvlederteknologi er elevene stort sett positive. En elev synes det var kjedelig fordi han ikke skjønnte noe av det.

For de fleste elevene er dette et helt nytt og fremmed evne, og mange påpeker dette. De har jo ikke hatt om det på skolen fra tidligere, og det er nok også relativt få som har skaffet seg kunnskap om temaet på eget initiativ. Etter å ha vært igjennom kapitlet er det mange som også mener at halvlederteknologi er et nyttig emne og at det er aktuelt. Omtrent halvparten av elevene synes at det er litt vanskelig og ganske utfordrende i forhold til andre fysikkemner, men disse elevene synes også som regel at temaet er morsomt, spennende eller interessant.

## **Har du mer eller mindre lyst til å jobbe med elektronikk etter å ha vært igjennom emnet?**

Med dette spørsmålet ønsket jeg å avdekke om undervisningen av emnet hadde virket avskrekkende, eller om det hadde hatt en positiv innvirkning på elevenes interesse for elektronikk.

Resultatet var at en av elevene hadde mistet lysten etter å ha vært gjennom kapitlet. Han hadde altså fra før av kunne tenkt seg å jobbe med elektronikk, men sier etterpå at han ikke kan tenke seg å jobbe med elektronikk i fremtiden. Det er jo ganske trist...(!) Men fjorten av elevene sier at de enten har *litt mer* eller *mer* lyst til å jobbe med elektronikk i etterkant av undervisningen, eller at de *fortsatt har lyst*. Det vil si at over halvparten av elevene har en helt klar positiv opplevelse av emnet. Sju av elevene havner innenfor kategorien: *Vet ikke/ Har fortsatt ikke lyst/ Vil trolig ikke jobbe med elektronikk*.

Det er også to elever som svarer noe sånt som: *Vet ikke, nå vet jeg i hvert fall hva det dreier seg om*. Utsagn som dette sier noe om at det å innføre teknologi i skolen som eget ”fagområde” er et viktig steg å ta dersom en ønsker å rekruttere flere elever til studier innenfor realfag og teknologi. Men også, som eleven over sier, at de i hvert fall får et innblikk i hva det dreier seg om. På den måten kan de gjøre mer kvalifiserte valg.

## **5.3 Labheftet**

Etter gjennomføringen av undervisningsopplegget ble heftene som elevene hadde jobbet med samlet inn. Først og fremst var det de to spørreundersøkelsene jeg håpet å få nyttig informasjon fra, men ved å studere labheftene har jeg også fått svar på noen spørsmål og hint om hva som kan gjøres annerledes. Hvordan var omfanget på oppgaven, hadde elevene klart å svare på oppgavene og hadde de fått til å bruke databladet?

Blant elevene var det delte meninger om hvorvidt labheftet fungerte bra. En elev fra skole 1 skriver at det var litt rotete ”layout” på oppgaven, og at noen opplysninger manglet. Dette ble selvfølgelig forsøkt opprettet.

Labheftet kunne si noe om hvorvidt omfanget på undervisningsopplegget var passende. Elevene førte mindre og mindre utover heftet, noe som kan tyde på at det er blitt litt travelt mot slutten. Men det bør nevnes at de ikke visste at jeg kom til å ta inn heftene til

vurdering, og det derfor ikke var så nøye om de skrev inn svarene. Det kan også være det at de ble så ivrige i oppkoblingen at de "glemte" å føre etter hvert.

Så langt elevene har ført er det stort sett riktige svar. Og de har stort sett mestret bruken av labheftet.

## 5.4 Sammenligning av de to klassene

Som beskrevet tidligere i oppgaven var det ganske stor forskjell på bakgrunnen til de to klassene som var med i utprøvingen av opplegget. I opptellingen og analysen av resultatene som er presentert ovenfor skiller det ikke mellom de to klassene; Alle besvarelser blir telt opp under ett. Men det kan være interessant å se på om den ulike bakgrunnen til klassene gir utslag i hvordan de ser på dette temaet/undervisningsopplegget i ettertid. Dessuten fikk elevene fra skole 1 en oppgave som er litt mer lik tradisjonelle fysikkforsøk, da læreren ønsket å inkludere noen ekstra oppgaver, det kan ha noe å si for hva de synes om undervisningsopplegget. Det er også interessant å se på om den ulike bakgrunnen ga utslag på hvordan de greide å *gjennomføre* undervisningsopplegget.

### Holdninger til undervisningsopplegget

Det er nok noen forskjeller i tilbakemeldingen fra de to skoleklassene. Spesielt er det forskjell på tilbakemeldingene om *hva som ikke var bra* med undervisningsopplegget. Fra skole 1 er det en mye større andel av klassen som svarer at undervisningsopplegget var "litt for vanskelig". Dette til tross for at disse elevene i utgangspunktet hadde den beste faglige bakgrunnen. Det kan være flere årsaker til dette. For det første var det altså inkludert noen ekstra teorioppgaver. Elevene brukte mye tid på disse oppgavene, og dermed ble det mindre tid til de andre oppgavene. I tillegg har det nok noe å si i forhold til at disse oppgavene "signaliserer" at elevene skal ha mer forståelse for hva som skjer i strømkretsen. Dessuten ble det ikke poengtert sterkt nok fra min side at det viktigste ikke var å forstå alt som skjer i kretsen.

Det er også en vesentlig forskjell i svarene på spørsmålet: *var denne øvingen annerledes enn andre undervisningsopplegg?* Noen elever på skole 1 sier at den ikke var

annerledes ("vi har målt og regnet i tidligere forsøk også"). Selv om det også er noen av dem kommenterer at det faktisk var mer praktisk enn tidligere ("... da de stort sett bare har teori til vanlig").

Blant elevene på skole 2 er det alle som sier at opplegget var forskjellig fra tidligere øvinger. Det er ulike grunner til at de hevder dette, men først og fremst fokuserer de på at de fikk bygge noe med en funksjon. Og at det var moro å jobbe med noe interessant hele dagen. De som sier at det var mer avansert, ser på dette som noe positivt da det gjør forsøket mer interessant. Elevene fra skole 2 er generelt litt mer positive til forsøket.

### **Forskjeller i gjennomføringen?**

Det var også forskjeller i hvordan elevene fra de to skolene greide seg i gjennomføringen av opplegget. Når det gjelder del 1 av undervisningsopplegget ("Informasjonssøk i datablad"), er det ikke noen særlig forskjell. Her greier de fleste seg bra, selv om elevene på skole 2 er litt mer omstendelig i svarene sine. De brukte også mer tid på denne delen av oppgaven.

I den andre delen av undervisningsopplegget, oppkoblingen av instrumentet, er det derimot tydelig at skole 1 har mye mer erfaring fra tidligere. Disse elevene hadde god kjennskap til utstyret, og på den måten ble ikke dette enda en ukjent faktor for elevene. Det var gunstig for disse elevene at det hadde hatt mange forsøk fra dette temaet i den ordinære undervisningen.

## 6. Diskusjon

En grunnleggende forskjell mellom naturvitenskap og teknologi er at vitenskapens mål er å forstå verden, mens teknologiens mål er å løse praktiske problemer. Når teknologien skal inn i fysikkfaget gir det åpninger for å bringe nye dimensjoner til undervisning.

I denne delen av oppgaven skal jeg ta for meg spørsmålene som stilte i innledningen. Med bakgrunn i det empiriske materialet fra undersøkelsen, egne erfaringer fra utprøvingen av undervisningsopplegget og støtte fra fagdidaktisk og pedagogisk teori, skal jeg forsøke å gi svar på disse.

Først tar jeg for meg spørsmålene som handler om elevenes forhold til det nye hovedområdet i læreplanen: *Fysikk og teknologi*. Så ser jeg på elevenes meninger angående undervisningsopplegget. Det å gjennomføre teknologiske undervisningsopplegg kan by på en del utfordringer for den som skal organisere undervisningen. Disse skriver jeg om i dette kapitlet. Deretter ser jeg på hva som gjør undervisningsopplegget som er utviklet i forbindelse med denne oppgaven til en teknologisk oppgave.

Undervisningsopplegget har altså til hensikt å legge til rette for noen teknologiske kompetanser, men jeg fikk også erfare at slike omfattende undervisningsopplegg kan gi noen pedagogiske utbytter som jeg ikke hadde forutsett. Dette behandles til slutt i dette kapitlet.

### 6.1 Hva er elevenes forhold til temaet halvlederteknologi før undervisningen starter?

Forholdet elevene har til temaet på forhånd har mye å si for innstillingen de har når de går til undervisningen. *Forhåndskunnskapene* har betydning for hvor lett/vanskelig selve læringen vil gå. Likedan vil *interessen* på forhånd også ha mye å si for hvordan de møter temaet. Elever som er interesserte i temaet fra tidligere vil nok heller møte lærestoffet med en innstilling om at ”dette vil jeg lære mer om”. Dersom elevene har mye praktisk *erfaring* skulle man tro at de også har et bedre utgangspunkt for å takle både de teoretiske og praktiske utfordringen i undervisningen. Nå skal jeg se på hva resultatene i denne undersøkelsen sier om disse faktorene; kunnskap, interesse og erfaring. Neste avsnitt (6.2) handler blant annet om hvorvidt dette har noe å si for hva de synes om temaet i ettertid.



Ut i fra resultatene fra spørreundersøkelsene kan man si at elevene som deltok i denne undersøkelsen har lite forkunnskaper når det gjelder elektronikk. Det er for eksempel kun noen få elever av i alt 24 som visste sånn omtrent hva en transistor er, hvordan den fungerer eller hva den brukes til. Da er det flere elever som kan gi eksempler på hva sensorer og lysdioder brukes til. Her greier de aller fleste å komme med forslag til bruksområder. Det kan likevel tyde på at det kun er et par elever som har tenkt gjennom hvilke prinsipper sensorene fungerer etter. (Det ble ikke spurt etter om de visste virkemåten til lysdioden.) De to elevene som reflekterte rundt dette, var også elevene som man fikk inntrykk av at var interesserte i temaet ut i fra de andre spørsmålene som ble stilt.

Jeg ønsket også å få svar på hvordan *erfaringen* var hos elevene, først og fremst fra spørsmålet om hvorvidt de hadde drevet med hobbyelektronikk tidligere. Det var nok ikke mange av dem som hadde spesielt mye erfaring med det å undersøke og ”sku” i elektroniske instrumenter, men det var en del som kunne referere til enkelterfaringer. Det kan ha noe å gjøre med at disse elevene ikke har det helt store grunnlaget for å drive med hobbyelektronikk. Det kreves en del grunnkunnskaper for å gjøre det, og dersom de ikke er blitt kjent med disse fra før på skolen, skal det mye til for at de har tatt initiativet til slikt på egen hånd.

Når elevene nå gjennom de nye læreplanmålene får anledning til å bli kjent med en del grunnleggende komponenter i moderne elektronikk, vil de også ha større mulighet til å engasjere seg i praktiske gjøremål, selv utenom organisert opplæring på skolen. Det kan skape nysgjerrighet og undring, og kanskje til og med motivasjon til å lære mer og dermed søke seg til videre utdanning om emnet. Dette viser noen av de allmenndannende siden ved faget. Naturfagdidaktikkens visjon er at folk flest skal ha naturvitenskapelig forståelse som gjør dem i stand til å glede seg over og kunne ta i bruk kunnskapen i sitt daglige liv (Frøyland 2003).

Muligheten til å engasjere seg praktisk kan også øke dersom elevene vet *hvor* de kan finne aktuell informasjon, noe som var hensikten med den delen av undervisningsopplegget hvor elevene skulle bruke datablad til å finne informasjon om komponentene. Kun noen få sier at de har sett et slikt datablad ved tidligere anledninger. Dermed kunne også dette spørsmålet si noe om at elevene ikke har så mye erfaring fra dette temaet.

Selv om elevenes manglende kjennskap til datablad sier noe om erfaring, vil jeg påstå at dette ikke trenger å si så mye om deres interesse for temaet; elevene må få fortalt om det

som finnes av muligheter. Flere elever skriver at det å bli kjent med datablad var den viktigste lærdommen fra oppgaven. Det er trolig på grunn av at dem ser på dette som noe nyttig, - noe de selv kan benytte ved senere anledninger.

Et av spørsmålene i det første spørreskjemaet elevene svarte på handlet om hvorvidt de kunne ønske å jobbe med elektronikk i fremtiden. Dette var altså før undervisningen av emnet hadde begynt og spørsmålet kunne derfor si noe om hvilken *interesse* elevene har for elektronikk. Det var 6 av 24 elever som svarte ja på dette spørsmålet, og ca like mange som svarer kanskje. Det vil si at ca halvparten av elevene i undersøkelsen er åpne for å jobbe med elektronikk i fremtiden. Det er faktisk ganske positive tall. Men det er likevel begrenset hva disse resultatene kan fortelle, siden det er vanskelig å vite hva elevene egentlig svarer på. De som svarer ”kanskje” kan like godt mene at ”det er ikke utenkelig” for meg å jobbe med elektronikk. Siden de ikke vet hva det faktisk dreier seg om enda er det mulig at de svarer ”kanskje” fordi de ikke vil si nei før de har fått bedre kjennskap til fagfeltet. Derfor er det vel så interessant å se på om disse tallene forandret seg etter endt undervisning av emnet. Det skrives det om i neste avsnitt.

## **6.2 Hva synes elevene om temaet etter endt undervisning?**

Det var to av spørsmålene fra spørreundersøkelsen ”Elevenes evaluering” som hadde til hensikt å gi informasjon om hvordan elevene så på temaet *Halvlederteknologi* etter undervisningen av emnet. Det ene var om de hadde mer eller mindre lyst til å jobbe med elektronikk nå enn før de lærte om temaet. Det andre spørsmålet handlet om hva de synes om *Halvlederteknologi* i forhold til de andre temaene de har jobbet med tidligere.

Svarene på spørsmålet: ”Har du mer eller mindre lyst til å jobbe med elektronikk etter å ha vært igjennom emnet?” viser at mange av elevene har hatt positive erfaringer fra emnet. Over halvparten har enten fortsatt lyst, mer lyst eller litt mer lyst til å arbeide med elektronikk nå enn før de hadde startet undervisningen av emnet. Ca en tredjedel svarer at de ikke vet hva de vil. Men et par av disse elevene svarer at de nå i hvert fall vet hva det dreier seg om. Det disse elevene uttrykker er vel at de føler at de nå har bedre grunnlag for å gjøre kvalifiserte valg. Til

sammen signaliserer dette at det er viktig å introdusere også fysikkelevne (og ikke bare de som velger Elektro som studieretning) for elektronikk. Det å gjøre selvstendige vurderinger, befestet i egen innsikt, erfaring og kunnskap er en del av dannelsen i skolen (f.eks Kolstø 2003). Uansett om man velger seg til eller bort fra videre studier av emnet, har man gjort et mer kvalifisert valg dersom man har innsikt i fagområdet.

Og selv om de ikke velger fremtidige studier innenfor dette fagområdet, bør fysikkelever i et innføringskurs ha litt innsikt i et fagfelt svært mange fysikere og ingeniører jobber innenfor i dag. Og ikke minst bør fysikkelever, som de samfunnsborgerne de er, ha en viss formening om hvilke fysiske prinsipper som ligger til grunn i mange av de teknologiske innretningene vi alle omgir oss med til daglig: Uavhengig om de har tenkt å bruke dette i videre utdannings - eller jobbsammenheng senere. Det handler igjen om allmenndannelse.

I tillegg til å undersøke hva elevene kunne se for seg hva angår arbeid innen elektronikk, ønsket jeg å få et mer direkte svar på hva de syntes om temaet. Derfor stilte jeg spørsmålet: ”Hva synes du om temaet halvlederteknologi i forhold til andre tema?” Som omtalt i avsnitt 4.2 fikk elevene her forslag til hva de kunne svare: ”Morsomt/kjedelig”, ”lett/vanskelig” osv. Og dermed fikk man andre svar enn man kunne regne med å få dersom elevene ikke fikk disse eksemplene. Men dette gjorde at jeg fikk interessante tilbakemeldinger og det gjorde det lettere å telle opp fordi elevene da bruker mange av de samme ordene. Det uheldige her er at elevens stemme ikke kom frem i den grad jeg i utgangspunktet ønsket i denne undersøkelsen.

Også svarene på dette spørsmålet viser at elevene i denne undersøkelsen er positive til det nye temaet i læreplanen. Ord som ”morsomt”, ”spennende” og ”interessant” går igjen. Det er også mange som mener at det er ”nyttig” og ”aktuelt”. Samtidig er emnet også ”nytt” og ”fremmed” for de aller fleste elevene, og de ser på dette som relativt ”vanskelig” og ”utfordrende” i forhold til andre temaer i fysikkfaget.

Til sammen gir besvarelsene på disse to spørsmålene et inntrykk av at det nye temaet i læreplanen er blitt tatt i mot på en god måte fra elevene sin side. Når over halvparten av disse elevene gir uttrykk for at undervisningen hatt en positiv effekt på deres syn på ”å jobbe med elektronikk,” signaliserer det noe ovenfor de som jobber med utdanning i fysikk. Det er viktig å introdusere elevene for fysikktemaer før de skal velge videre utdanning.

Mange av elevene synes altså riktignok at dette lærestoffet er vanskelig i forhold til andre fysikkemner. Det stemmer godt overens med min første reaksjon etter å ha hørt at dette

skulle inn i fysikken på videregående trinn. Jeg tenkte at dette ville bli å innføre et emne som det kom til å bli vanskelig for elevene å få en skikkelig forståelse for. Men resultatene fra denne undersøkelsen tyder altså på at disse elevene likevel er positive. Det kan være fordi de har fått andre verdifulle erfaringer fra undervisningen. Selv om det er litt vanskelig, synes altså disse elevene at det er morsomt, nyttig og aktuelt.

Derfor må den enkelte fysikklærer forsøke å forenkle/legge frem lærestoffet på en slik måte at vanskelighetene med den teoretiske forståelsen ikke kveler interessen for temaet og de andre aspektene som dette temaet åpner opp for; For eksempel praktiske læringsopplegg som kan knyttes opp til virkelighetsnære kontekster.

I forrige avsnitt så jeg på hva besvarelsene fra den første spørreundersøkelsen kunne si i forhold til elevenes kunnskaper, interesser og erfaringer *i forkant* av undervisningen. Resultatene tydet på at elevene hadde lite med kunnskaper og erfaringer fra elektronikken fra før, men at interessen likevel var brukbar. Slik jeg ser det gjenspeiles disse resultatene i resultatene fra *Elevenes evaluering*. Dette temaet blir sett på som ganske vanskelig i forhold til de tidligere fysikktemaene de har vært igjennom, noe som er ganske naturlig dersom de hadde lite forkunnskaper og erfaring. I forhold til resultatene som tyder på at de har lite forkunnskaper og erfaring, er det heller ikke rart at mange påpeker at det er et ”nytt” og ”fremmed” tema for dem. Men det at interessen var ganske stor, skulle tilsi at de også synes at det var morsomt å lære om dette temaet, akkurat slik de gir uttrykk for i ”Elevenes evaluering”.

### **6.3 Hvordan ble undervisningsopplegget ”Bygg en fuktighetsmåler” tatt i mot?**

Så langt i denne diskusjonen har jeg sett på elevenes forhold til det nye temaet *Fysikk og teknologi* som helhet. Nå er det, mer spesifikt, elevenes meninger om undervisningsopplegget som skal omhandles. Stort sett ble undervisningsopplegget tatt imot på en god måte av elevene. Jeg håpet å få et inntrykk av hva de mente om undervisningsopplegget ved direkte å spørre dem om hva som var bra og hva som ikke var bra med opplegget, og i tillegg hva som var annerledes med denne øvingen i forhold til andre elevøvinger de har hatt i fysikk.

Det som går igjen av svar på hva som var bra, er at det var varierte arbeidsoppgaver, - med mye praktisk arbeid. Og ikke minst likte elevene det å bygge noe selv. Disse resultatene er samsvarende med hva som tidligere er blitt sagt om elevers synspunkt på læringsaktiviteter. Utsagnet som denne oppgaven åpnet med, sitert Sjøberg (2004:91) taler *for* teknisk arbeid i undervisningen: *Elever vil gjerne se at noe skjer, de vil gjerne lage noe som virker og de er interessert i det som er praktisk orientert.*

Det som i følge elevene var negativt med undervisningsopplegget var at de fikk for lite tid. På den ene av skolene ble ikke alle gruppene helt ferdige, noe som selvfølgelig var uheldig.

Gjennomføringen av opplegget på skole 2 viser godt at elevene må forberedes over tid når de skal gjennomføre et såpass avansert opplegg. Erfaring med bruk av måleutstyr og en del teorikunnskap bør ligge til grunn dersom elevene skal kunne konsentrere seg om selve oppgaven og få best mulig utbytte fra opplegget. Gjennomføringen på skole 1 viser at det av og til kan være lønnsomt gjennomføre aktiviteter med et litt annet fokus enn det som gjøres til vanlig. Elevene her virket generelt litt mer negative til opplegget, og fra svaret på spørsmålet om hva som var annerledes hadde de litt mindre å kommentere enn eleven fra den andre skolen. Det vil si at denne øvingen ikke ble særlig annerledes for deres del. Og det var uheldig siden det i utgangspunktet var meningen at denne øvingen skulle være nettopp det, litt annerledes; mer omfattende, mer praktisk, mer virkelighetsnær.

Hva elevene ser på som den viktigste lærdommen fra undervisningsopplegget forteller hva elevene ”trekker ut” av et sånn omfattende opplegg: Har elevene de samme oppfattelsene av hva som er viktig som den som organiserer undervisningen?

De fleste ser på øvelse i praktisk verksted arbeid som viktig. Det er ikke så uventet, i og med at det var dette som først og fremst var fokus da opplegget ble prøvd ut, i tillegg til oppgavene om datablader. Det ble f.eks ikke satt av tid til å snakke om hver av komponentene i plenum. En del av hensikten med oppgaven var at elevene skulle få se de ulike komponentene i bruk i et sammensatt instrument. Det burde vært satt av tid, for eksempel etter oppkoblingen, til også å sette fokus på dette. Dessverre ble det ikke satt av tid til det under denne utprøvingen.

Noen skriver at det viktigste de lærte var hvordan komponentene måtte være koblet for at det skulle gå strøm i kretsen. Her er det snakk om å få illustrert teoretisk kunnskap i en praktisk sammenheng. Eller som Sjøberg (2004:360) skriver; eleven får gjennom sin egen

erfaring oppleve at lærestoffet kan anvendes. Disse sidene ved opplegget ble heller ikke gjennomgått i plenum, men jeg snakket med hver av gruppene om dette underveis i oppkoblingen. Ved senere anledninger kan det vises til instrumentet når det f. eks er snakk om lukkede kretser i strømbaner, slik at de kan se lærestoffet i en konkret sammenheng. Det kan tenkes at resultatene fra ”hva som var det viktigste” hadde blitt noe annerledes dersom jeg hadde brukt tid på å ta opp disse aspektene under utprøvingen.

Som påpekt i avsnitt 5.4 var det noen forskjeller på de to skolene i måten de responderte på undervisningsopplegget. Jeg skal ikke gå grundig inn på hva årsaken til dette kan være, men kort kommentere noen aspekter ved de to utprøvingene som kan ha betydning. Elevene på skole 2 var altså generelt litt mer positive enn elevene ved skole 1.

For det første kom vi litt sent i gang med undervisningsøkten på skole 1 på grunn av noen uforutsette hendelser. Det gjorde at den planlagte introduksjonen, med presentasjon av hensikt og instrumentet, ble kuttet ut. Vi gikk altså rett i gang med gjennomføringen. I ettertid ser jeg at dette var uheldig, og at jeg burde inkludere denne viktige introduksjonen uansett. Denne delen er viktig for motivasjonen til elevene, slik at aktiviteten vil sees på som mer meningsfull. I tillegg til at elevene på skole 1 ikke fikk denne viktige introduksjonen fikk de en oppgave som var mer lik tradisjonelle fysikkoppgaver. Dermed ble det kanskje ikke så spesielt og underholdende for denne klassen. For gjennomføringen på skole 2 var det nok også gunstig at vi hadde en hel fagdag til rådighet, slik at det ble mer kontinuitet over gjennomføringen.

Når det gjelder labheftet som elevene jobbet med, ble det ikke undersøkt i spørreundersøkelsen hva elevene syntes om dette. Likevel kommenterte en elev fra skole 1 at det var et litt rotete layout på oppgaven på spørsmålet om *hva som ikke var bra* med undervisningsopplegget. På skole 2 var det derimot tre elever som bl.a. kommenterte heftet på spørsmålet om *hva som var bra* med undervisningsopplegget. Det har nok noe å gjøre med at det ble gjort noen endringer i heftet mellom de to utprøvingene, som nemt i avsnitt 3.5.

Disse kommentarene om heftet var altså noe de kom med på eget initiativ, da det ikke var spørsmål om dette i spørreundersøkelsen. Det var i all hovedsak mine inntrykk fra de to utprøvingene som dannet grunnlaget for endringene til det endelige resultatet av labheftet som er lagt ved i appendiks 3.

## 6.4 Forbehold i tolkningene

Det kan tenkes at svarene til elevene var noe farget av at jeg var så involvert i utprøvingen av opplegget. Robson (2002) kaller dette ”reactivity”, og beskriver fenomenet som at forskerens tilstedeværelse kan påvirke oppførselen til de som er involverte. I sammenheng med denne oppgaven kan både elevenes oppførsel under selve utprøvingen, og besvarelsene fra spørreskjemaene være farget av de personlige relasjoner de kan ha følt ovenfor meg. Jeg traff elevene ved flere anledninger og ble litt kjent med dem. De skjønnte nok at dette var noe jeg hadde jobbet mye med, og dermed kan det hende at deres tilbakemeldinger var noe mer vennlige enn hva man kunne forvente dersom de hadde gjennomført et undervisningsopplegg utviklet av en ukjent person. Svarene kan altså ha vært påvirket av disse relasjonene. På den andre siden var jeg ikke til stede da de fylte ut skjemaene, og det var også lite sannsynlig at jeg skulle treffe igjen disse elevene ved senere anledninger. Derfor trengte de ikke å være redde for å se meg igjen, og av den grunn holde tilbake sine ”egentlige meninger”.

Det er selvsagt også mulige at mine tolkninger av besvarelsene er farget av de antagelsene og forhåpningene jeg hadde til det jeg ville undersøke. En slik påvirkning, ”researchers bias” (Robson 2002), er også en trussel ovenfor undersøkelsens validitet.

## 6.5 Hvilke utfordringer står vi ovenfor dersom vi skal vise elevene de teknologiske sidene av faget?

Det å legge til rette for, og det å gjennomføre, omfattende undervisningsopplegg hvor elevene skal få teknologisk innsikt kan være krevende. Det stilles krav til lærerens tekniske, pedagogiske og fagdidaktiske evner. I tillegg kan rammefaktorer sette begrensinger for hva læreren tillater seg å gjennomføre i undervisningen. Med bakgrunn fra mine egne erfaringer fra utviklingen og utprøvingen av undervisningsopplegget *Bygg en fuktighetsmåler* skriver jeg her om ulike utfordringer som kan ha betydning for om lærere er villig til å vie plass til teknologiske undervisningsopplegg i undervisningen.

## Rammer og tradisjoner

Som vi har sett kan det være tidkrevende å gjennomføre slike ”teknologiske” undervisningsopplegg. Dersom en ønsker at elevene skal får øvelse i flere av de teknologiske kompetansene vil opplegget inneholde mange ulike momenter og arbeidsmåter.

Dessuten tar det mye tid for læreren å planlegge å gjennomføre et slikt undervisningsopplegg. (Selv om dette selvsagt vil variere for ulike opplegg). Med de spesielle utfordringene som dette opplegget byr på (behandlet i appendiks 4), hvor man må ta hensyn til den varierende luftfuktighet med årstiden i forhold til valg av komponenter, og at læreren derfor bør prøve ut instrumentet før han bestemmer seg for hvilke komponenter som skal brukes, må det settes av god tid til planlegging og utprøving i forkant av gjennomføringen. Komponentene skal dessuten bestilles, men det tar relativt kort tid å få komponentene levert fra distributør.

Det kan hende at det kun er de lærerne som har spesiell interesse for emnet om vil åpne opp for å bruke verdigfull undervisningstid på slike ”alternative opplegg”. Hvor stor tro på og interesse for slike praktiske opplegg læreren har, er nok også avgjørende for om han ville legge ned den innsatsen i planlegging som skal til.

Det bekreftes også av lærere selv, i andre undersøkelser, at tid er en av de vesentlige årsakene til at svært omfattende undervisningsopplegg blir unngått (se Paulsen 2003): Vesentlige årsaker til at man sjelden går bort fra den konvensjonelle/tradisjonelle naturfagundervisningen (i denne sammenhengen fysikkundervisningen) er at det er vanskelig å endre på følgende momenter: den tradisjonelle lærerrollen, den tradisjonelle fagoppfattelsen, lærebøkene og manglende tid på grunn av læreplanens krav.

Den tradisjonelle fagoppfattelsen har altså også noe å si for hvorfor det blir sett på som vanskelig å gjøre øvinger som er ”annerledes”. Som behandlet i kapittel 2 har fagoppfattelsen i lenge tid hvert fundert i vitenskapelige arbeidsmåter og teori. Og læreren har gjerne, kanskje spesielt i fysikkfaget, hatt en rolle som samsvarer med hans bakgrunn; vitenskapelige studier ved universitetet. Derfor blir først og fremst vitenskapelig kunnskaper omhandlet, og vitenskapelige arbeidsmetoder gjennomført. Og dermed vil et teknologisk undervisningsopplegg ”bryte” med tradisjonell fysikkundervisning.

Ut i fra det jeg har skrevet om lærebøkernes tolkning av læreplanen tidligere i oppgaven, vet vi at det ikke blir lagt til rette for de teknologiske, eller de mer avanserte tekniske, arbeidsoppgavene her. Det gjør også at det blir utfordrende for lærerne å



gjennomføre teknologiske opplegg. Foreløpig er det heller ikke skrevet lærebøker for faget Teknologi og forskningslære, så det er ikke mulig å hente inspirasjon herfra. Det lettvinne blir da å la være.

### **Lærerens kompetanse**

Fysikere kan gå gjennom utdannelsen uten å bestifte særlig kjennskap med elektronikk, og særlig de instrumentelle og praktiske sidene ved fagområdet. Dersom det er tilfelle vil det også sette begrensninger for hva de føler at de kan gjennomføre av tekniske undervisningsopplegg i undervisningen. Dette, altså lærerens begrensede kompetanse, vil også begrense lærerens mulighet til å frigi sine faglige refleksjoner fra den tradisjonelle faglige struktur og sammenheng (Paulsen 2003), som også preger lærebøkene. Å ha selvstendighet til å fortolke læreplanene uavhengig av tradisjon, lærebøker eller andre autoritative kilder er utfordrende for en lærer, og hans faglige og fagdidaktiske kompetanse vil være avgjørende her.

Disse lærerkompetansene er også viktig i hold til undervisningsopplegget ”Bygg en fuktighetsmåler”. Det er fordelaktig om læreren har en del erfaring fra instrumentell fysikk selv. Det å føle seg faglig sikker er nok viktig for å tørre å prøve ut slike opplegg. De som er usikre vil også måtte bruke enda mer tid på planleggingen.

### **Ressurser**

Det kan koste litt å kjøpe inn til et undervisningsopplegg som *Bygg en fuktighetsmåler*. Dette avhenger selvsagt av hvor mye av utstyret som finnes på skolen fra før. En del av utstyret man trenger er typisk inventar på fysikklaboratorier på skolene, men noe av det må man helt sikkert bestille ekstra. Se side 1 i appendiks 4.

### **Faglig nivå- tilpasset til elevene.**

Det er også en utfordring å legge til rette undervisningen slik at det faglige nivået samsvarer med det nivået en kan forvente av elevene. En skulle tro at *Bygg en fuktighetsmåler* er et relativt avansert undervisningsopplegg å gjennomføre for elever på fysikk 1. Under

utprøvingen av opplegget var det viktig å finne ut om det er mulig for elever på dette nivået å bygge og gjøre målinger på et instrument som er så avansert som dette. Med den begrensede fagkunnskapen og erfaringen som elever flest har på dette nivået, visste jeg at dette ville bli utfordrende for elevene. Det har likevel vist seg at det er mulig for elever å drive med elektronikk på dette nivået, dersom de får riktig veiledning underveis og dersom de har de ”riktige” forventningene til gjennomføringen. For det er ikke sikkert at man skal forvente like mye alle elever. Jeg vil hevde at opplegg som dette kan være gunstig i forhold til tilpassa opplæring (se mer avsnitt 6.7).

### **Relevans i forhold til læreplanen**

Læringsaktiviteter som bedrives i skolen skal ha sitt fundament i læreplanen. Det er også viktig i gjennomføringen av teknologiske undervisningsopplegg. Hvorfor man ønsker å gjennomføre et undervisningsopplegg må være gjennomtenkt. Dette handler om hva som er *hensikten* med undervisningsopplegget. Som vi har sett fra denne oppgaven var hensikten i *Bygg en fuktighetsmåler* mer enn hva man kan lese ut av kompetansemålene. Når man skal gjennomføre et undervisningsopplegg kan man hente ”inspirasjon” også fra andre deler av læreplanen, den *generelle delen* og *formålet med faget*. Likevel ser nok mange lærere helst på kompetansemålene når de legger til rette undervisning, og føler at det er utfordring nok i det å sikre elevene kompetanser herfra.

I avsnittet nedenfor skriver jeg om hvordan undervisningsopplegget utviklet i forbindelse med denne oppgava tar hensyn til læreplanmålene. Avsnittet handler om hvilke faktorer som gjør undervisningsopplegget til et teknologisk opplegg.

## **6.6 Ivaretar undervisningsopplegget de teknologiske sidene av fysikkfaget?**

Når teknologi nå er tilbake i læreplanen er det viktig å reflektere rundt hvordan det er ønskelig at teknologien skal fremstå i programfaget fysikk. Under *Formål med faget* i læreplanen får man inntrykk av at fysikk skal danne et teknologisk fundament både for hverdagsliv og videre utdanning. Med bakgrunn i det vi vet om hva som inngår i teknologisk kompetanse (avsnitt

2.3) får man et litt annet inntrykk fra kompetansemålene i læreplanen. Her er det kun fokus på teoretiske kunnskaper i elektronikken, og den tekniske kompetansen er ikke etterspurt. Derfor er det grunn til å tro at de tekniske (praktiske) ferdigheter kan komme i fare for å bli ”oversett” i undervisningen. Det blir dermed opp til hver enkelt lærer å vise elevene hvilke praktiske muligheter som teknologiemnet åpner for. Et teknologisk undervisningsopplegg bør etter min mening legge til rette for mer enn bare teoretisk arbeid.

Derfor har det vært spennende å utvikle et undervisningsopplegg med hensikt å vise elevene noen sider av teknologisk virksomhet som kompetansemålene i læreplanen ikke uten videre gir grunnlag for å jobbe med. Nedenfor skriver jeg om hvordan jeg har forsøkt å legge til rette for dette.

I teknologisk virksomhet inngår varierte interesser, aktiviteter og kunnskaper. Et teknologisk undervisningsopplegg som har til hensikt å vise elevene noe av denne karakteristiske virksomheten, må derfor være mer omfattende og sammensatt enn de tradisjonelle fysikkforsøkene. Tabellen på side 21 gir oss en oversikt over hvilke forskjeller som finnes mellom teknologi og naturvitenskap, - og dermed viser tabellen også hvilke ekstra ”dimensjoner” som inngår i teknologiske aktiviteter. Et teknologisk undervisningsopplegg bør derfor søke å ta inn i seg noen av disse dimensjonene dersom det er et ønske å gi et reelt bilde av denne karakteristiske virksomheten. I naturvitenskapen ser vi alltid på det generelle, men i dette undervisningsopplegget tar man utgangspunkt i ”det spesiell”, dvs denne ”unike fuktighetsmåleren”. Med utgangspunkt i dette instrumentet er det mulig å illustrere noen av punktene i tabellen nevnt ovenfor. F.eks: Hvorfor ble fuktighetssensoren H25K5 valgt? Det var den mest unøyaktige fuktighetssensoren av de som ble studert, så det var ikke fordi den ville gi oss det beste resultatet. Men den *fungerte bra nok* til det formålet den hadde (å illustrere noen prinsipper i undervisningen). I teknologien ser man ikke alltid på det perfekte eller ideelle, men det er et mål å oppnå tilstrekkelig nøyaktighet for å oppnå suksess. Og siden H25K5 i tillegg var den billigste sensoren, ble den valgt. Teknologi er noe anvendt og tverrfaglig, og ved å for eksempel studere kostnader illustreres det at også økonomi er en viktig faktor å ta hensyn til i utviklingen av et produkt.

Noe av det mest karakteristiske med teknologisk virksomhet er at målet er å komme frem til et produkt med en viss funksjon og som svarer til visse behov. Det er også målet med dette undervisningsopplegget. Det skal bygges en fuktighetsmåler som består av en sensordel og en

displaydel hvor fuktighetsnivået gir seg utslag i antall lysende dioder. Noe av hensikten var altså at de skulle bygge et instrument med en reel funksjon og at de skulle få følelsen av å jobbe med noe moderne og avansert. Jeg erfarte at mestringsmotivasjonen for å få instrumentet til å virke var stor for elevene; Målet om å få lysdiodene til å lyse så ut til å skape begeistring. Denne produktorienterte vinklingen gjør at det skiller seg fra mange av fysikkforsøkene som først og fremst har til hensikt å vise et fysisk prinsipp. Med bakgrunn i dette vil jeg si at undervisningsopplegget har en teknologisk natur.

Men det er selvsagt sider ved denne ”produktutviklingen” som er unaturlig. Det er for avansert og omfattende å la elever i et innføringskurs i fysikk være med på selve utviklingen av et slikt instrument. Derfor ble det til at elevene i stedet skulle få *et innblikk* i hvordan prosessen frem til et ferdig instrument hadde gått til. Valg av komponenter, hvor komponentene kan bestilles, hva det koster å kjøpe inn til et slikt instrument er momenter ved teknologisk virksomhet som elevene skulle jobbe med.

For å presentere oppgavene og strategi for oppkoblingen ble det valgt å dele ut et labhefte til elevene. Dette ble vurdert å være den mest naturlige og effektive måten å gjøre det på. Men det er altså ikke elevene selv som planlegget hvordan de skal komme frem til målet; de følger en ”oppskrift” for å komme frem til det ferdige resultatet.

Dette innebærer at det blir en litt kunstig måte å drive teknologisk virksomhet på. Det er ikke elevene selv som utvikler instrumentet, og de følger en slags oppskrift for å nå målet. Likevel ser man av resultatene fra spørreundersøkelsen at noen av elevene kommenterer at det var moro å *skape* noe. Selv om de jobber med noe som noen andre har utviklet for dem, får de et innblikk i hvordan man kan gå fram dersom man har i oppgave å bygge et teknologisk instrument. I og med at de får se litt av hvordan utviklingen går til, får man kanskje en følelse av å ha vært med på hele prosessen.

Elevene skal altså bygge et relativt avansert instrument. Underveis skal de også gjøre ulike målinger på kretsene og svare på spørsmål i tilknytning til dette. Det å koble med komponenter, bruke koblingsbrett og bruke måleapparater er øvelse i *tekniske ferdigheter*, en teknologisk kompetanse som dette temaet virkelig gir åpning for. Det viste seg fra elevenes evaluering av undervisningsopplegget at dette var noe også elevene syntes var viktig med undervisningsopplegget.

*Teknologisk grunnkunnskap*, det vil si de vitenskaplige begrepene og grunnprinsippene, bør også være et element i et teknologisk undervisningsopplegg i fysikkfaget. Som jeg skrev tidligere i denne oppgaven er det denne teknologiske kompetansen, sammen med *ingeniørteori*, som det først og fremst blir fokusert på både i kompetansemålene i læreplanen og i lærebøkene. Det var også et mål at dette undervisningsopplegget skulle legge til rette for arbeid med og diskusjon rundt disse teknologiske aspektene.

Jeg mener det er naturlig å diskutere instrumentets egenskaper opp mot kompetansemålene i læreplanen. Det å ha et konkret eksempel å vise til når man skal illustrere teorien i læreboken kan være svært nyttig. For eksempel å diskutere ledningsegenskapene i halvledere (termistoren og lysdiodene) i tilknytning til læreplanmål 1. Eller egenskapene ved fuktighetssensoren i tilknytning til læreplanmål 4, som jeg karakteriserte som ingeniørteori blant de teknologiske kompetansene til Staudenmaier. I labheftet som elevene skulle jobbe med gir noen av oppgavene grunnlag for å arbeide med dette, uten at sammenhengene til det som står i lærebøkene blir framhevet. Men ved å ta slike diskusjoner, kanskje helst i etterkant av gjennomføringen, kan man forsterke dette båndet; mellom teorien i lærebøkene og det konkrete eksemplet som elevene har jobbet med gjennom ”Bygg en fuktighetsmåler”.

Undervisningsopplegget søker på den måten å legge til rette for arbeid med de tre teknologiske kompetansene tekniske ferdigheter, ingeniørteori og grunnkunnskaper, som ble karakterisert av Staudenmaier. I tillegg mener jeg altså at det til en viss grad er mulig å gi et bilde av teknologiens særegne natur gjennom dette opplegget. Elevenes læringsutbytte kan altså være omfangsrikt. I avsnitt 6.7 skriver jeg om pedagogiske begrunnelsene for hvorfor slike praktiske undervisningsopplegg med fordel kan være en del av undervisningen.

### **Er det mulig å gi et reelt bilde av teknologi som virksomhet?**

Undervisningsopplegget ”Bygg en fuktighetsmåler” skal altså gi elevene et teknologisk innblikk i lys av kompetansemålene i programfaget fysikk og læreplanen for øvrig. Fokuset i kompetansemålene er halvlederteknologi. I fysikkfaget er dette en av mange mulige innfallsvinkler til teknologiemnet. Men halvlederteknologi er ubetvilsomt et tidsaktuelt tema. Man kan også tenke seg at andre temaer kunne blitt valgt til å representere teknologien, men uansett ville det være vanskelig å gi et fullstendig bilde av teknologiens virksomhet i fysikkfaget, som først og fremst skal være en innføring i naturvitenskapelige temaer. Men det

går an å gi elevene et *innblikk* i den teknologiske verdenen, også i ”naturvitenskapsfaget” fysikk.

Fra et teknologisk ståsted, er det likevel fint at det nå er kommet et fag *Teknologi og forskningslære* inn i videregående skole som gir mer rom for at teknologien blir presentert som helhet. Ut i fra hva man kan lese ut av læreplanene i dette nye faget vil jeg foreslå at undervisningsopplegget utviklet i forbindelse med denne oppgaven også vil kunne tas i bruk her. Se anbefalinger avsnitt 7.1.

## **6.7 Læringsutbytte fra et pedagogisk ståsted.**

Undervisningsopplegget skal altså vise elevene de teknologiske sidene av faget, og legge til rette for arbeid med teknologiske kompetanser. I tillegg skal det legges til rette for arbeid med kompetansemålene i læreplanen. I arbeidet med denne oppgaven har jeg erfart at det også kan være andre ”gevinster” ved å gjennomføre slike omfattende undervisningsopplegg. I dette kapitlet skriver jeg om noen pedagogiske aspekter ved dette undervisningsopplegget som kan være gunstig i forhold til læring.

I avsnitt 6.4 foreslo jeg at opplegget med fordel kan benyttes for å oppnå tilpassa opplæring. Det er i dag lovfesta at tilpassa opplæring skal være en rettighet for alle. Tilpassa opplæring handler om at alle elever skal bli del av skolens lærefellesskap. Det er en stor utfordring for læreren å ta i bruk arbeidsmåter som på den ene siden skaper god læring for elevene ut ifra den enkeltes forutsetninger, og som samtidig bygger opp om fellesskap og samarbeid mellom elevene. Prinsippet om tilpassa opplæring tilsier at det kan være aktuelt å formulere individuelle mål for elevens læring. Derfor kan et undervisningsopplegg ha ulikt læringsutbytte for elever med ulike evner og forutsetninger.

Det var altså, som nevnt tidligere, ganske forskjellige svar på hva som var den viktigste lærdommen av undervisningsopplegget. Mens noen satte pris på muligheten til å samarbeide, var andre igjen mer opptatt av å bli kjent med utstyret. Noen var opptatt av å få forståelse for hvordan man skulle koble komponentene slik at det gikk strøm, mens andre så på den nye kjennskapen til datablader som den viktigste lærdommen. Som Sjøberg (2004: 358) skriver: *Praktisk arbeid kan være så mangt. Fellesnevneren er at de innhenter sine egne*

*erfaringer med materiale og utstyr, - de studerer objektene direkte, ikke bare gjennom bøker og skriftlige kilder.*

Vellykkethet og læringsutbytte må vurderes i forhold til de målene som er satt for undervisningen. Og som vi har sett var det flere mål som ble satt for dette undervisningsopplegget. En begrunnelse var at elevene skulle få anvende lærestoffet i en praktisk sammenheng. Dette er i følge Sjøberg positivt for at elevene kan oppleve at lærestoffet fungerer i praksis. En av elevene kommenterte i spørreskjemaet: ”Moro å se at det faktisk virker”. De generelle framstillingene i lærebøkene gjør nok at mange får et ”fjernt” forhold til lærestoffet. Teknologiske opplegg kan nok være med å fjerne noe av denne skepsisen, og vise at lærebokens generelle fremstilling faktisk kan virke i praksis.

Elevene får mulighet til å bruke andre sider av seg selv gjennom praktiske arbeid, og veksling mellom ulike metoder kan være et gode (Sjøberg 2004). Arbeid i grupper kan utvikle ferdigheter i samarbeid og kommunikasjon, og kan medvirke til at elever lærer av hverandre. Noen elever kommenterte at noe av det som var bra med undervisningsopplegget var at det ga muligheter for å samarbeide med andre. Dette hadde jeg ikke tenkt på i utformingen av opplegget, men i ettertid ser jeg at opplegget på en god måte legger til rette for samarbeid.

Det var ikke meningen at dette opplegget skulle gjøre elevene kjent med utstyret for første gang. Men det var et mål at elevene skulle få *mer erfaring* i bruk av måleapparater og teknisk utstyr. Et av skolens mål med naturfag/fysikk kan være å gjøre elevene kjent med utstyr: bruke, avlese og nedtegne informasjon, som kan brukes i skolen og det virkelige liv (Sjøberg 2004).

Som vi har sett var det et mål at undervisningsopplegget skulle gi elevene et konkret eksempel på bruk av teorien i boken, - i tillegg til de teknologiske aspektene. Men det vil nok ikke fungere å bruke slike undervisningsopplegg til innlæring av *ny kunnskap* i fysikk. Undervisningsopplegg som dette bør ikke erstatte den ordinære undervisningen, men komme i tillegg til de grunnleggende læringsaktivitetene som gjerne vil dreie seg om innlæring av generelle kunnskaper.

## 7 Konklusjon

### 7.1 Undervisningsopplegget: Fordeler og anbefalinger

Basert på det foregående presenteres her hvilke fordeler man kan oppnå ved å gjennomføre undervisningsopplegget *Bygg en fuktighetsmåler*.

Utviklingen av opplegget og analysen av det innsamlede materialet har resultert i noen spesifikke anbefalinger med hensyn på vinklinger av temaet som helhet, gjennomføring og tidsbruk. Disse blir også presentert her.

#### Fordeler

- Opplegget legger til rette for å arbeide med ulike teknologiske kompetanser innen for rammene av fysikkfaget, og det kan gi et innblikk i teknologisk virksomhet.
- Opplegget kan sees på som en differensieringsoppgave, hvor målet om tilpassa opplæring etterkommes.
- Opplegget legger til rette for samarbeid.
- Opplegget legger særlig til rette for å arbeide med kompetansemål 4, men også kompetansemål 1 og 2.
- Lærebøkene ser på hver av de elektroniske komponentene hver for seg. Opplegget er en utvidelse av dette slik at elevene får se hvordan disse kan virke sammen i ett og samme instrument.
- Læreboken *Rom Stoff Tid* refererer til datablader. I denne øvingen får elevene konkrete eksempler på hva dette er, hvor de kan finnes og hva som kan leses ut av dem.

#### Anbefalinger

- En *innføring* til undervisningsopplegget med henvisninger til hvorfor øvingen skal gjøres bør med. Her vil jeg anbefale å gi elevene et inntrykk av at de skal få erfare hvordan mange fysikere og ingeniører faktisk jobber i dag. Det inspirerende å føle at man jobber med noe virkelighetsnært. Jeg erfarte også at elevene ble motiverte av at det ble fokusert på at målet var å få instrumentet til så virke (lysdiodene til å lyse).



- Selve undervisningsopplegget skal kunne gjennomføres på en fagdag (4 timer) dersom elevene er forberedt over tid på å ha som skal møte dem. Det vil si: dersom elevene er kjent med utstyret fra før (spenningskilder, multimeter, koblingsbrett).

Dersom elevene har lite erfaring kan det lønne seg å benytte en dobbelttime i forkant for å gjøre del 1 av oppgavene, slik at fagdagen benyttes til byggingen av (og målingen på) på instrumentet.

I tillegg bør man i etterkant av selve undervisningsopplegget ta seg tid til å se instrumentet i sammenheng med lærestoffet, for å knytte teorien til et konkret eksempel (se avsnitt 6.6 s 67).

- Undervisningsopplegget bør komme *i tillegg til* ordinær undervisning (med fokus på generelle kunnskaper). Man kan ikke forvente at teorien skal læres inn gjennom praktisk arbeid.
- Undervisningsopplegget bør gjennomføres så sent som mulig i gjennomføringen av det tilhørende lærestoffet, for at elevene skal ha størst mulig ”ballast” fra tidligere.
- Jeg vil også anbefale å utsette de tradisjonelle fysikkoppgavene til senere. Disse kan like godt trekkes inn i etterkant. Dette gjør opplegget mer spesielt og mer moro for elever som er glad i praktisk arbeid.
- For læreren som ønsker å gjennomføre opplegget vil det lønne seg å starte planleggingen i god tid. Valg og utprøving av komponenter bør gjøres før klassesettet blir bestilt. Dessuten bør læreren selv ha god erfaring fra å koble med instrumentet slik at man vet hvor elevene kan gjøre feil.
- Opplegget kan også benyttes i programfaget *Teknologi og forskningslære*.

## 7.2 Konklusjon: Teknologiens plass i fysikkundervisningen

Resultatene fra denne undersøkelsen kan tyde på at elever generelt har lite forkunnskaper i elektronikk, men at det er et tema som de er interesserte i å lære om. Elevene virker positive ovenfor det nye temaet i læreplanen. Resultatene indikerer også at halvlederteknologi blir sett på som relativt vanskelig, noe som gir ekstra utfordringer til den som organiserer undervisningen.

Teknologiemnet legger til rette for praktiske aktiviteter, og det bør man som lærer benytte seg av. Mye tyder også på at elever liker varierte arbeidsoppgaver, og spesielt liker de det å bygge noe som virker.

I kapittel 2 så jeg på hvorfor det kan være ønskelig å inkludere teknologi i fysikkundervisningen. Tendenser i samtiden og behov i arbeidsmarkedet er styrende for fagets utvikling og innhold. Og rekruttering av fysikkelever til videregående utdanning er gjerne et mål i forbindelse med dette. I kapittel 6 har jeg sett på om teknologiske undervisningsopplegg også kan ha noe for seg fra et pedagogisk ståsted. Tilpassa opplæring, samarbeid, tekniske ferdigheter og eksemplifisering og anvendelse av det generelle lærestoffet kan være aspekter ved undervisning som teknologiske aktiviteter gir grunnlag for. Noe av dette var kjent for meg fra før, og noe ble jeg først oppmerksom på *etter* utprøvingen av undervisningsopplegget og vurderingen av resultatene fra spørreundersøkelsene.

Selv om utbyttet kan være rikt, har vi også sett at denne typen undervisningsopplegg byr på en rekke utfordringer. I avsnitt 6.5 så vi på utfordringer ved å gjennomføre teknologiske undervisningsopplegg. Arbeidet med denne oppgaven har gitt meg verdifulle erfaringer som jeg vil ha god nytte av når jeg til høsten skal ut i skolen og undervise fysikk. Og jeg har fått et ”verktøy” å ta med meg til undervisningen. Forhåpentligvis vil også andre lærere kunne dra nytte av undervisningsopplegget.

Vi har sett at innholdet i læreplanen gjør det mulig å undervise teknologi i fysikkfaget. Dersom man leser læreplanen med et ”teknologiske blikk”, og ser de praktiske mulighetene som elektronikkemnet åpner opp for, kan det danne utgangspunktet for spennende undervisningsopplegg, med varierte arbeidsoppgaver. Mange elever vil trolig oppleve dette som ”et friskt pust” i en vitenskapelig hverdag med generelle lovmessigheter.

## 8. Litteraturliste

Bungum, Berit (2003a): *Perceptions of Technology Education. A cross-case study of teachers realizing technology as a new subject of teaching*, Avhandling for graden dr. scient, Trondheim: NTNU Fakultet for naturvitenskap og teknologi.

Bungum, Berit (2003b): Teknologi – Naturvitenskapens uekte barn? En slektsgransking med undervisningsmessige konsekvenser. I D. Jorde & B. Bungum (red): *Naturfagdidaktikk* (s. 389- 405). Oslo: Gyldendal akademisk.

Bungum, Berit (2006): Teknologi og design i nye læreplaner i Norge: Hvilken vinkling har fagområdet fått i naturfagplanen? *Nordina*, 4, 189- 403.

Denes K. Roveti (2001): Choosing a Humidity Sensor: A Review of Three Technologies, *Sensors Magazine*, July 2001

Frøyland, Merethe (2003): Visjonen om naturvitenskapelig allmenndannelse og betydning av uformell læring. I D. Jorde & B. Bungum (Red.), *Naturfagdidaktikk – Perspektiver Forskning Utvikling* (s. 333- 343). Oslo: Gyldendal akademisk.

Harkjerr, Trond (2004). Isaachsens lærebøker I fysikk for realgymnaset – et hundreårsjubileum. *Fra fysikkens verden*, 1, 9 – 19.

Harrison, Michael (1997): Science and technology–Partnership and devorce. I F. Banks (red). *Teaching Technology* (s.238-245). London: The Open University.

Kolstø, Stein Dankert (2003): Et allmenndannende naturfag – fagets betydning for demokratisk deltakelse. I D. Jorde & B. Bungum (Red.), *Naturfagdidaktikk – Perspektiver Forskning Utvikling* (s. 59- 85). Oslo: Gyldendal akademisk.

Olsen m. flere (2004): *Fysikk for fremtiden - En drøfting av og grunnlag for framtidig læreplan i fysikk*, Norsk fysikklærerforening, Unipub.

Padfield, Tim (1998): *Relative humidity sensors*. Lokalisert den 28.05.08 på <http://www.padfield.org/tim/cfys/datalog/datlog4.php>

Paulsen, Albert Chr. (2003): Naturfag i skolen i et kritisk demokratisk dannelsesperspektiv. I D. Jorde & B. Bungum (Red.), *Naturfagdidaktikk – Perspektiver Forskning Utvikling* (s. 105-128). Oslo: Gyldendal akademisk.

Robson, Collin (2002): *Real World Research*. Cornwall: Blackwell Publishing.

Rossing, Nils Kristian (2007): *Grunnleggende elektronikk og sensorteknikk*, NTNU Program for lærerutdanning, Trondheim.

Sjøberg, Svein (2004): *Naturfag som allmenndannelse – en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.

Utdanningsdirektoratet (2006): Læreplan i fysikk - programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram, lokalisert den 28.05.08 på: [http://www.udir.no/templates/udir/TM\\_Læreplan.aspx?id=2100&laereplanid=171745](http://www.udir.no/templates/udir/TM_Læreplan.aspx?id=2100&laereplanid=171745)

Yager, Robert E (1996): *STS: Science/Technology/Society As Reform in Science Education*, (preface), New York: University of New York Press.

## **Lærebøker**

Jerstad P, Sletbak B, Grimenes A. A, Renstrøm R (2007): Tom Stoff Tid, grunnbok for Fysikk 1, Oslo: Cappelen.

Jerstad P, Sletbak B, Grimenes A. A, Renstrøm R (2007): Tom Stoff Tid, studiebok for Fysikk 1, Oslo: Cappelen.

Callin P, Pålsgård J, Stadsnes R, Tellefsen W. C (2007): *ERGO*, grunnbok for Fysikk 1, Trondheim: Aschehoug.

Callin P, Pålsgård J, Stadsnes R, Tellefsen W. C (2007): *ERGO*, studiebok for Fysikk 1, Trondheim: Aschehoug.

## **Datablader**

Elfa: *H25K5A resistance humidity sensor specification.*

<http://www.elfa.se/elfa-bin/dyndok.pl?dok=4920.htm>

Elfa: *LM3914 Dot/Bar Display Driver.*

<http://www.elfa.se/pdf/73/731/07313109.pdf>

Elfa: *NTC Thermistors.*

<http://www.elfa.se/pdf/60/06025886.pdf>

## *Kartleggelse av forkunnskaper i elektronikk*

**Navn:**

Svar på følgende spørsmål etter beste evne.

**1. Hva forbinder du med en "transistor"?**

Hva brukes den til? Hvordan fungerer den?

Tegn dersom du vet hvordan en transistor ser ut?

**2. Elektriske sensorer blir en stadig større del av vår hverdag. Kan du gi eksempler på noen ulike sensorer? Og vet du (eller kan du foreslå) hvilke prinsipper de fungerer etter?**

**3. Nedenfor ser du et bilde av en lysdiode. Har du sett en slik lysdiode i bruk (hvor)?**



**4. Har du noen gang åpnet en radio, PC, mobiltelefon eller lignende?**

Hvis ja, hvorfor?

Hvis nei, hvorfor?

**5. Kunne du tenke deg å arbeide med noe som har med elektronikk å gjøre i fremtiden?**

**SPØRRESKJEMA**

-

***Etter avsluttet undervisning om elektronikk***

Navn:

Hadde du sett ett datablad før du gjorde elevøvingen ”bygg en fuktighetsmåler”?

Var denne elevøvingen forskjellig fra andre elevøvinger dere blir gitt i fysikk?  
I så fall: På hvilken måte?

Hva var det viktigste du lærte?



Hva var bra?

Hva var ikke bra?

Hvordan synes du om fysikkemnet "Halvlederteknologi" i forhold til andre fysikkemner?

For eksempel:

(Morsomt/kjedelig), (Lett/vanskelig), (Godt kjent/ Fremmed), (Nyttig/unyttig)

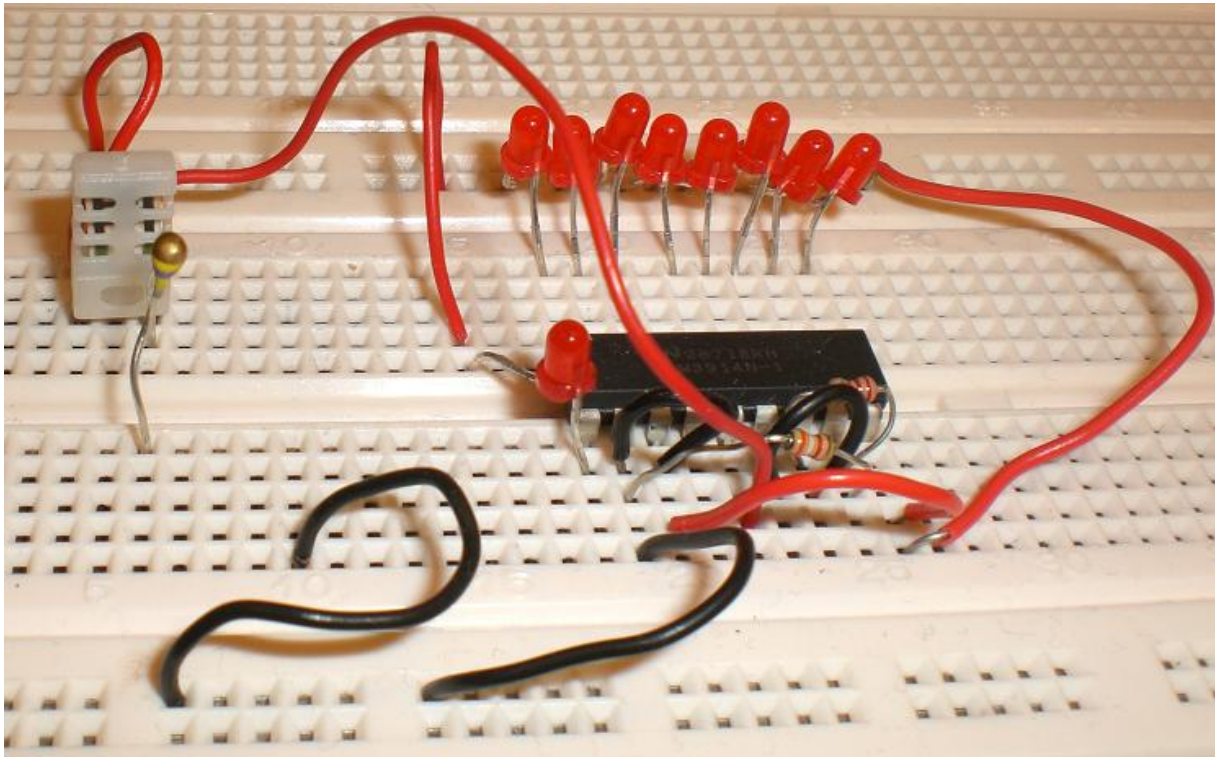
Har du mer eller mindre lyst til å jobbe med noe som har med elektronikk å gjøre etter å ha vært igjennom dette evnet?

*LABHEFTE*  
*”Bygg en fuktighetsmåler”*

## 1.0 Innledning

Dere skal følge dette labheftet steg for steg. Underveis kommer det informasjon som du bør vite om for å få en bedre forståelse for hvordan instrumentet du bygger virker. Så les nøye!

Underveis vil det komme spørsmål, og det er meningen at du skal skrive svarene rett inn i heftet. Noen av svarene skal du lete opp på Internett. Dette labheftet fungerer også som en manual for hvordan du steg for steg skal koble sammen alle komponentene som til slutt skal utgjøre instrumentet (se bildet nedenfor).



Figur 1: Ferdig oppkoblet instrument.

### 1. 1 Utstyr:

1 fuktighetssensor H25K5  
 1 NTC- termistor,  $R = 470 \text{ k}\Omega$  ( $25^\circ\text{C}$ )  
 10 lysdioder  
 1 motstand,  $R = 2,2 \text{ k}\Omega$   
 1 motstand,  $R = 3,9 \text{ k}\Omega$   
 1 Display Driver LM3914

Termometer  
 Hårføner  
 Varmt vann  
 Isbiter  
 Plastikkpose

Ledninger  
 Koblingsbrett  
 Multimeter  
 2 spenningskilder

## 1. 2 Hva skal måles?

Dere skal bygge et instrument som måler luftfuktighet. *Luftfuktighet* er et mål på hvor mye vanndamp det er i luften og kan angis enten som relativ luftfuktighet, absolutt luftfuktighet eller spesifikk luftfuktighet. Fuktighet spiller en viktig rolle i dannelse av nedbør, dugg og tåke. Og det kan ha mye å si for hvordan inneklimate oppleveres.

Instrumentet dere skal bygge måler *relativ fuktighet*, som også er en viktig parameter innen værvarsling. Relativ fuktighet sier noe om hvor mye vanndamp det er i luften. Når den relative luftfuktigheten er 100 % så har luften tatt opp så mye vanndamp den kan, vi sier at luften er mettet av vanndamp. Jo varmere luften er, jo mer vanndamp kan den oppta. Øker vi temperaturen i den mettede luften kan den oppta mer vanndamp. Den relative fuktigheten vil derfor avta med økende temperatur. Det er derfor ikke tilstrekkelig å måle fuktigheten i luften, vi må også kjenne temperaturen for å kunne beregne den relative fuktigheten.

## **2 Sensordelen av fuktighetsmåleren.**

### 2.1 Informasjonssøk i datablad.

Når man planlegger å bygge et elektrisk instrument, som det dere skal bygge nå, er vurdering av hvilke komponenter en skal bruke i instrumentet svært viktig. Det er mange faktorer å ta hensyn til: Kostnad, størrelse og vekt er åpenbare faktorer en må vurdere. Men det er også andre egenskaper ved komponenten som er med og karakteriserer den.

I denne første delen av oppgaven skal dere gå til ELFA's hjemmeside ([www.elfa.se/no/](http://www.elfa.se/no/)) og søke opp noen av de komponentene som dere skal bruke.

#### **2.1.1 H25K5 fuktighetssensor.**

1. Hvor stor nøyaktighet har sensoren H25K5?

2. Over hvilket måleområde kan sensoren benyttes?

3. For hvilke temperaturer vil sensoren måle være tilstrekkelig nøyaktig?

4. Hvor stor spenning kan en legge på sensoren uten at den tar skade?

5. Hvilket fysisk prinsipp er det sensoren virker etter? Dvs. hvilken fysisk parameter er det som endres med luftfuktigheten?

6. Se i tabellen på side 2 i databladet. Les ut den relative fuktigheten når du vet at temperaturen i omgivelsene er 25 grader celsius og du måler motstanden til å være  $600\text{ k}\Omega$ .

7. Hva koster det å kjøpe denne sensoren i forhold til andre fuktighetssensorer hos Elfa?

En *termistor* er en halvlederkomponent som er sterkt avhengig av temperaturen. I dette instrumentet benyttes en NTC- termistor. I en slik termistor avtar motstanden når temperaturen øker.

8. Se i databladet til sensoren H25K5 (  ), figur 2. Kan du tenke deg til hvorfor sensoren er koblet sammen (i serie) med en termistor? (Hint: Sammenlign figurene som er lagt ved som vedlegg.)

### 2.1.2 Termistor, type NTC ( $470\text{ k}\Omega$ ved $25^\circ\text{C}$ )

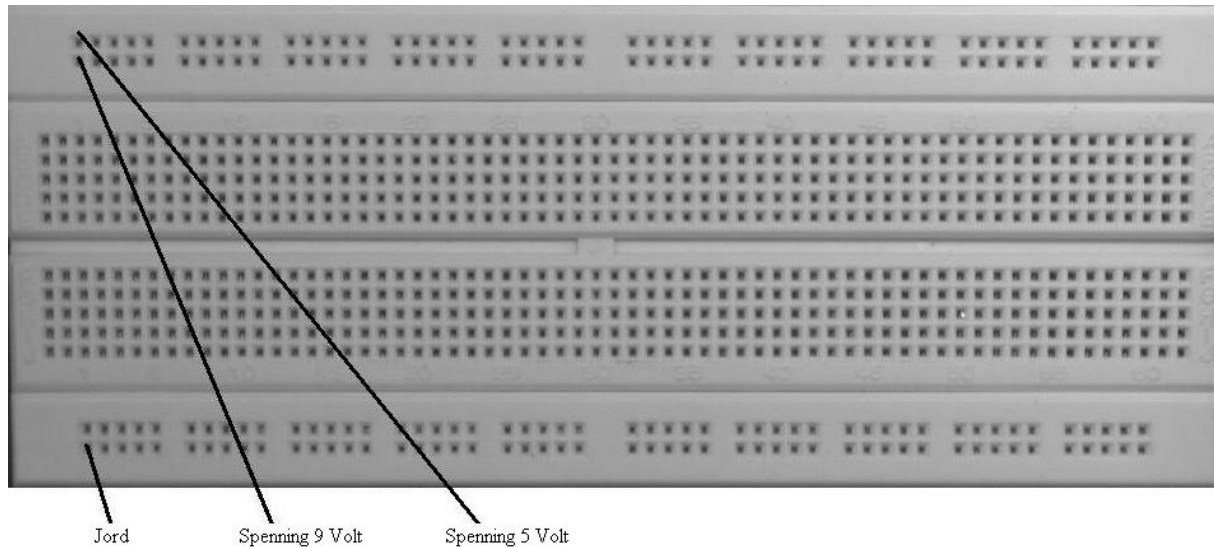
Nå skal du søke opp termistoren som dere skal bruke i instrumentet. F.eks kan du skriv inn "NTC 470k" i søkefeltet på Elfa-siden.

9. I databladet til termistoren står det at responstiden er 1,2 sekunder. Hva vil det si?

10. Hva er den totale kostnaden dersom en ønsker å kjøpe 30 termistorer av denne typen?

## 2.2 Oppkobling av sensordelen av instrumentet, pluss noen målinger.

Dersom du ikke er kjent med bruken av kretskortet på figuren nedenfor, bør du ta en gjennomgang av det før du starter oppkoblingen.



### 1.

Koble opp sensoren og termistoren på koblingsbrettet som vist på figuren i databladet.

Dersom en nå i tillegg har en spenningskilde og et voltmeter/multimeter til rådighet, er dette det eneste utstyret en trenger for å bestemme den relative fuktigheten i luften. I databladet til H25K5 er det gitt en formel ved siden av figuren og ved å regne på denne (og bruke tabellen på side 2 i databladet) finner man fuktigheten. Studer formelen.

Dere er vant med ”lave indekser”, da blir formelen seende slik ut:

$$V_0 = \frac{R_T}{R_T + R_H} \cdot V_I \quad (1)$$

Forklaring av symbolene:

$R_H$ : Dette er symbolet for motstanden i sensoren.

$R_T$ : Dette er motstanden i termistoren ved den bestemte temperaturen som er i klasserommet.

$V_I$ : Dette er spenningen vi legger på kretsen med sensor og termistor. Den setter vi til 5 Volt.

$V_0$ : Dette er utspenningen av kretsen, og den måler vi ved hjelp av multimeteret (voltmeteret).

Dersom man vet hva  $R_H$  i formelen er, og leter opp denne verdien i tabellen på side 2 i databladet, kan man lese ut den relative fuktigheten i prosent. I oppgavene nedenfor skal vi finne verdiene til de andre størrelsene i formelen, og deretter regne ut den relative fuktigheten i klasserommet.

**2.**

Vi finner  $V_o$  :

Nå skal dere bruke spenningskilden og multimeteret og måle "ut-spenningen" ( $V_o$ ) til kretsen.

Benytt en innspenning ( $V_I$ ) på 5,0 V (husk hva maks innspenning var).

(Da trenger du en ledning mellom sensoren og spenningsuttaket for 5 volt, som vist på figuren nederst på side 4. Pass på at kretsen også er koblet til jord.)

En elev gjør multimeteret klart til måling.

Nå kan en av dere andre sette på spenningen slik at det går strøm i kretsen.

Les av verdien ( $V_o$ ) på multimeteret: \_\_\_\_\_

**3.**

Vi finner  $R_T$  :

Mål temperaturen i klasserommet, T: \_\_\_\_\_

For å finne  $R_T$  må vi se i tabell s. 5 i databladet til termistoren. Der er forholdet mellom  $R_T$  og  $R_{25}$  er gitt for ulike temperaturer.

Finn  $R_T$  når du allerede vet hva T og  $R_{25}$  (470k $\Omega$ ) er:

**4.** Nå kan  $R_H$  (motstanden i sensoren) regnes ut ved hjelp av formelen som er gitt på side 5.

5.

Verdien du får for  $R_H$  leter du opp i tabellen på side 2 i databladet for H25K5.

Hva finner du ut om den relative fuktigheten i klasserommet?

6.

Pust på sensoren. Tror dere voltmeteret viser mer eller mindre nå?

Mål  $V_o$ , og sjekk om hypotesen din stemte?

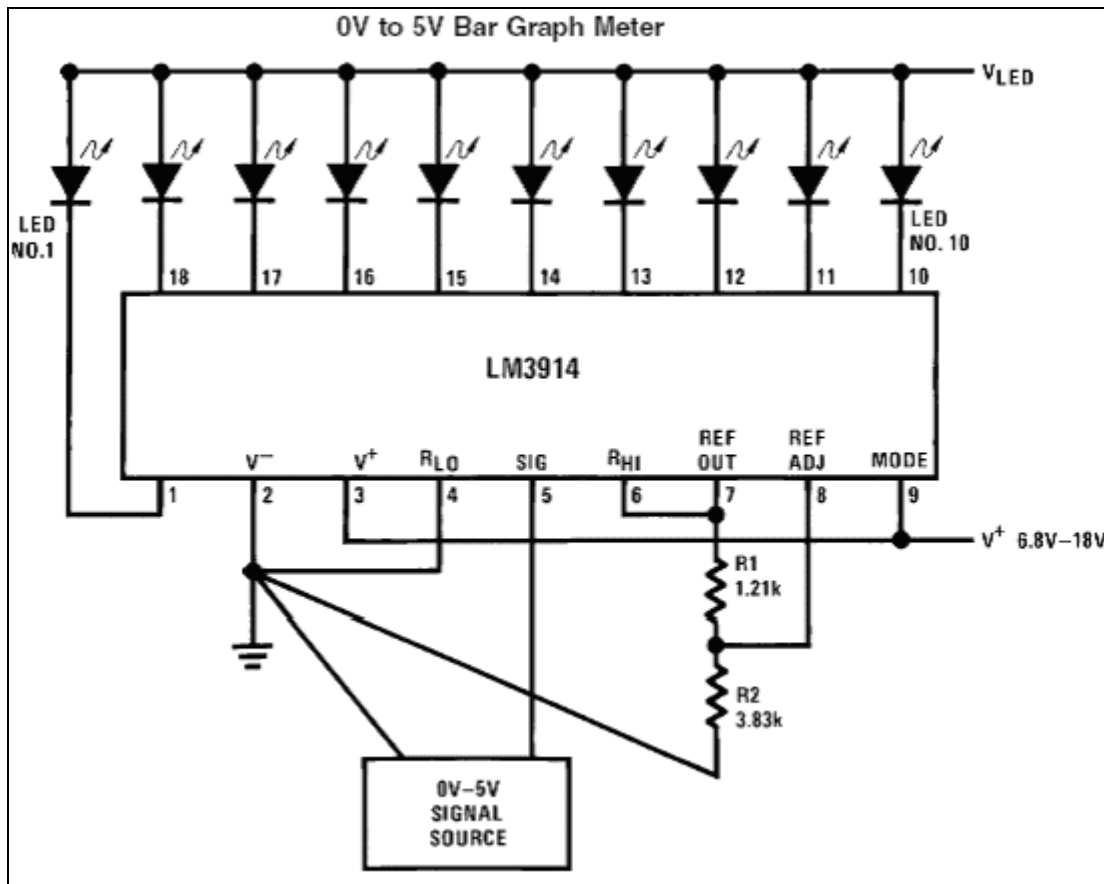
### **3 Displaydel - Alarmerende dioder.**

Elektriske instrumenter som pc-er, mobiltelefoner etc. har en øvre grense for hvor mye luftfuktighet de bør utsettes for. En kan derfor tenke seg at det kunne være kjekt med et instrument som viste når denne grensen er faretruende nær. Dere skal nå bygge et lignende instrument som gir oss et bilde på hvor fuktig det er ved at flere og flere lysdioder blir tent når sensoren blir utsatt for stadig fuktigere luft.

For å få til dette trenger vi hjelp av en integrert krets ("Display driver" LM3914), som kan tenne flere og flere lysdioder etter hvor stor spenning som settes på den.

En integrert krets er en komponent som inneholder mange bittesmå elektroniske komponenter. Disse produseres av ulike firma for å gjøre jobben for oss som skal bygge et elektronisk instrument lettere. En av de viktigste komponentene som er innebygd i LM3914 er *transistoren*, som dere skal lære om i Fysikk 1.

I databladet til denne ”chipen”, LM3914, finner dere en figur (gitt nedenfor) som dere kan koble opp etter. Men det er lettere å gjøre oppkoblingen ved å følge punktene 1 til 9 i avsnitt 3.1 nedenfor:



### 3.1 Oppkobling av displaydelen

Nå skal dere koble opp displaydelen ved å følge punkt 1 til 9 nedenfor.

OBS: Vent med å sette på spenning til all oppkoblingen er ferdig! (Og dere har kontrollert at alt er koblet riktig).

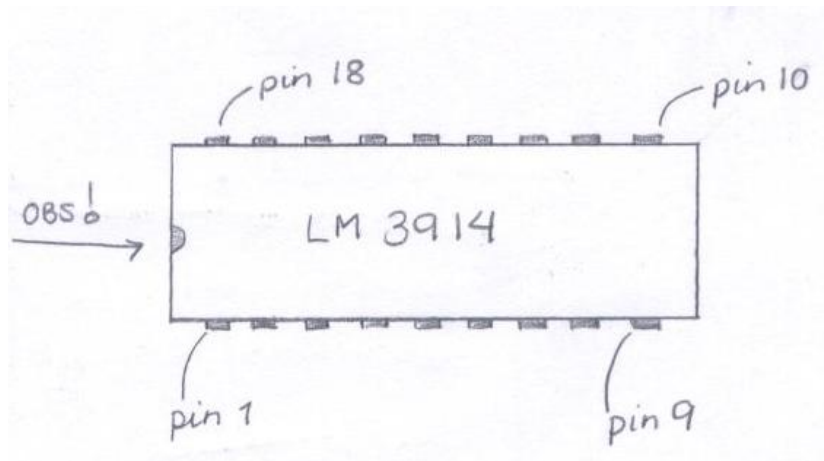
#### 1.

Plasser LM3914 et stykke fra sensordelen.

Pass på at det lille merket på denne ene siden vender mot venstre slik at nummeret på pinnene blir riktig. Se figuren nedenfor.



**Forstørret bilde av LED – displayeren LM3914:**



**2.**

Katoden (avkuttet side) til de 10 lysdiodene skal forbindes med pinnene 1, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11 og 10. Anoden skal festes slik at lysdioden blir forsynt med en spenning på 9 Volt.

**3.** Sett en ledning fra pin 2 til ”jord”.

**4.** Sett inn en motstand 2,2 k $\Omega$  mellom pin 7 og pin 8.

**5.** Sett inn en motstand 3,9 k $\Omega$  mellom pin 2 og pin 8.

**6.** Kobl sammen pin 2 og pin 4 med en ledning.

**7.** Kobl sammen pin 6 og pin 7.

**8.** Kobl sammen pin 3 og pin 9 med en ledning.

**9.** Sett inn en ledning slik at pin 9 forsynes med en spenning på 9 Volt.

**10.**

Nå har du koblet opp display- delen av instrumentet. Før vi kobler display- delen til sensordelen av instrumentet skal vi teste hvor mye spenning som skal til før den første lysdioden lyser.

Sett spenningen (”5V-spenningskilden”) på 0V, og koble sammen LM3914 (pin 5) med spenningsuttaket for denne. Husk å koble til jord.

Ved hvilken spenning begynner den første lysdioden å lyse? \_\_\_\_\_

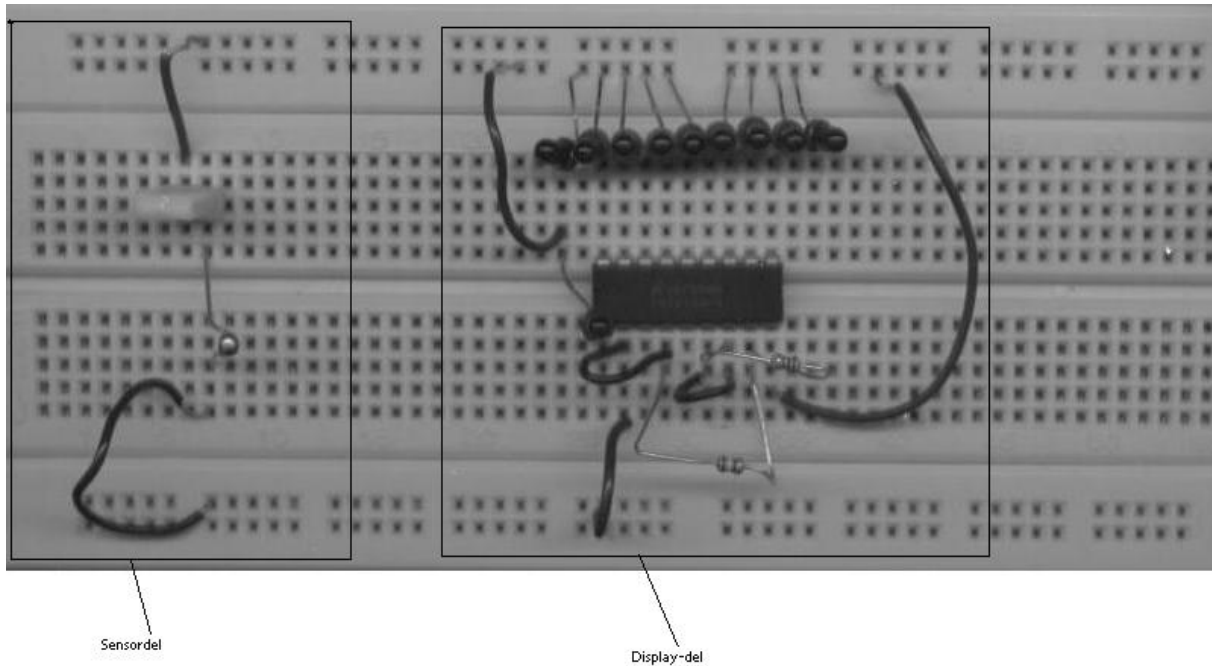
Hvor mye spenning må til for at alle lysdiodene skal lyse? \_\_\_\_\_

**11.** Les av den spenningen ( $V_2$ ) som skal til for at lysdiode nr. 2 akkurat tennes, og lysdiode nr. 3 akkurat tennes ( $V_3$ ):

$V_2 =$  \_\_\_\_\_       $V_3 =$  \_\_\_\_\_

Hvor stor forskjell i relativ fuktighet tilsvarer dette?

#### 4. Sammenkobling av sensordel og displaydel.



1. Så skal du se om instrumentet ditt virker!

Kobl sammen de to instrumentdelene med en ledning mellom pin 5 på LM3914 og til knutepunktet mellom sensoren og termistoren.

Still inn spenningen som skal forsyne sensoren med en spenning på 5 Volt, og sett spenningen som lysdiodene skal forsynes med til 9 Volt.

Slå på spenningskildene. Lysdiodene vil trolig ikke lyse uten videre. Se hva som skjer når du puster på sensoren! (Du må ganske nært inntil).

Får du alle diodene til å lyse? Forklar hva som skjer:

**2.**

I databladet til sensoren står det at responstiden er maks 60 sekunder. Det vil si hvor raskt sensoren oppfatter fuktigheten i lufta til den stiller seg inn i forhold til denne fuktigheten. Observer hvor lang tid det tar før alle lysdiodene er slukket igjen?

**3.**

På vintertid i Norge er det lav luftfuktighet. Hva tror du er grunnen til at den relative fuktigheten er enda lavere innendørs enn utendørs? (Dette er en årsak til at mange her til lands har problemer med tørre slimhinner og astma.)

**4.**

**Litt lekning med instrumentet.**

Relativ fuktighet er en funksjon av både temperatur og absolutt fuktighetsnivå. Derfor vil små temperaturforandringer i lufta i ”testkammeret” føre til forandringer i relativ fuktighet.

Bruk det utstyret du har til rådighet for å varme opp/kjøle ned sensordelen. Prøv deg frem. Hvilke endringer observerer du på voltmeteret/diodene?

- Føner.
- Varmt vann i plastikkpose (for å beskytte komponentene).
- Kaldt vann/isbiter i plastikkpose.
- Flytt måleoppsettet utendørs (om mulig?).

## EKSTRA: Spenningsdeleren

Spenningsdeleren er en enkel krets som gir en utspenning som utgjør en del av innspenningen. Det enkleste eksemplet av spenningsdeleren består av to motstander i serie. De brukes vanligvis for å gi en referansespenning, men kan også brukes for å ”sette ned” spenningen

I avsnitt 2.2 ble du kjent med en slik krets som besto av en fuktighetssensor og en termistor. Her vil utspenningen avhenge både av fuktigheten i luften (motstanden i fuktighetssensoren) og av temperaturen (motstanden i termistoren).

Nå skal du gjøre noen få målinger på en krets hvor du benytter to faste motstander, i stedet for de variable motstandene som sensoren H25K5 og termistoren utgjør. Slik kan du se hvordan utspenningen varierer når du skifter ut kun én av motstandene med en annen verdi.

Tegn et koblingsskjema med motstandene  $R_1$  og  $R_2$  i serie, innspenningen på kretsen,  $V_I$ , og utspenningen over  $R_2$ ,  $V_o$ :

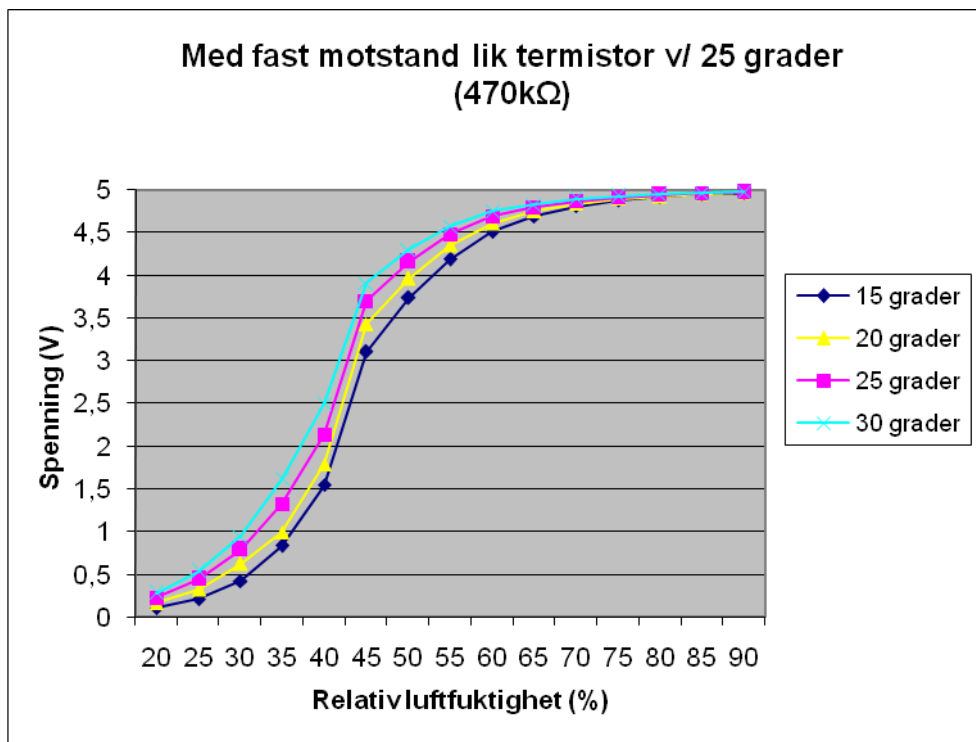
Koble opp 2 motstander i serie på et koblingsbrett.

Mål spenningen ( $V_o$ ) over  $R_2$  i tilfellene 1, 2 og 3 nedenfor, når  $V_I = 5$  V.

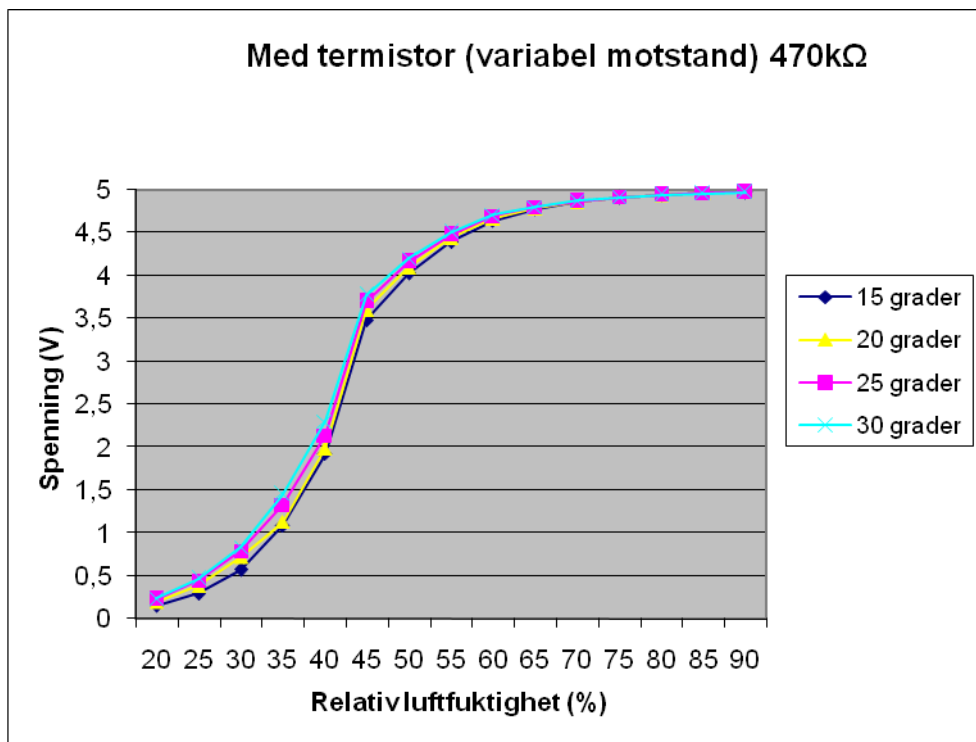
1.  $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$
2.  $R_1 = 1\text{ k}\Omega$  og  $R_2 = 500\Omega$
3.  $R_1 = 1\text{ k}\Omega$  og  $R_2 = 250\Omega$

## EKSTRA: Utledning av formel (1)

- a) Tegn koblingsskjema for oppsettet.
- b) Tegn inn ”inn- spenningen” ( $V_I$ ) og ”ut- spenningen” ( $V_o$ ) i koblingsskjemaet.
- c) Finn formelen for  $V_o$  som funksjon av  $R_T$ ,  $R_H$  og  $V_I$ , og løs deretter ligningen med hensyn på  $R_H$  (se nedenfor for forklaring av symbolene).

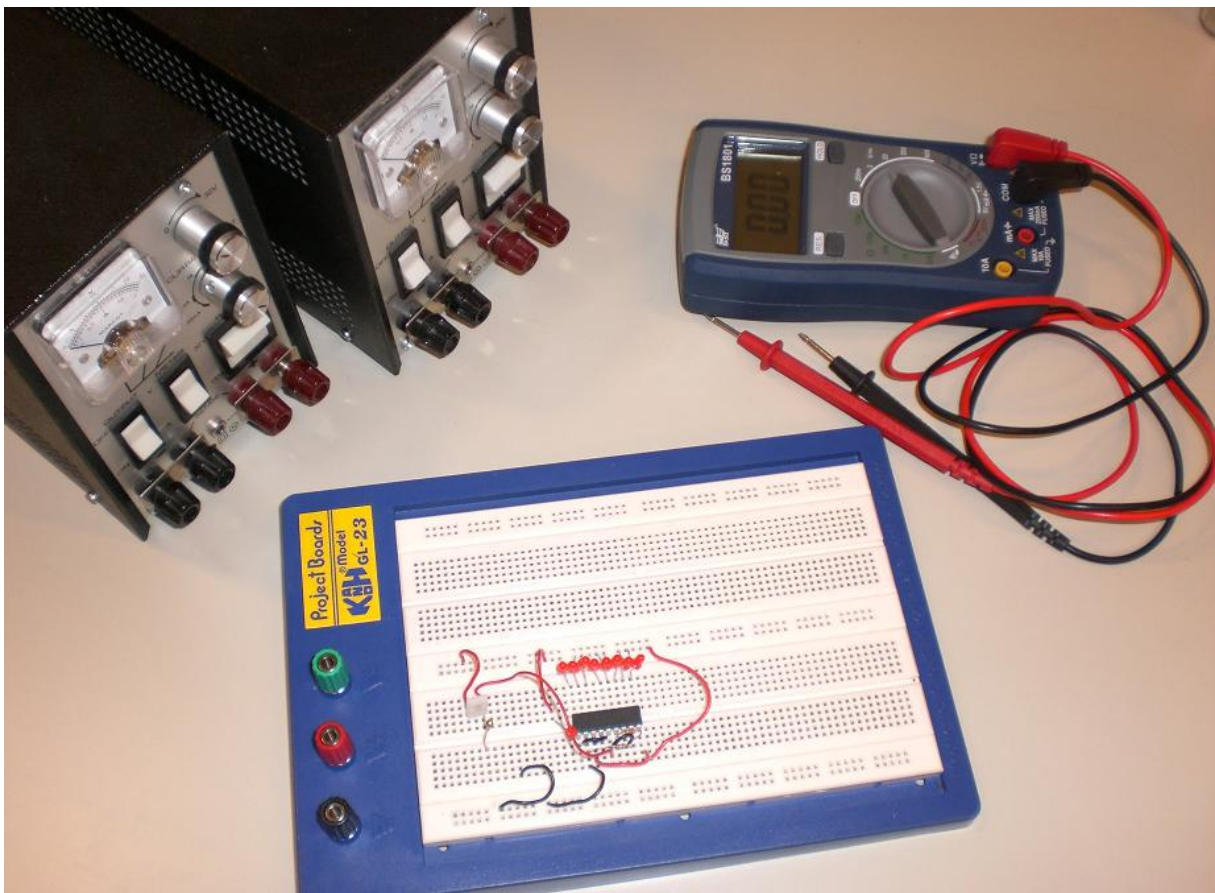


Figur 1 Grafen gir en oversikt over hvordan den relative fuktigheten varierer med spenningen vi måler ut av kretsen, når det er en *fast motstand (470kΩ)* i serie med fuktighetssensoren. De ulike grafene gjelder for de temperaturene 15°C, 20°C, 25°C og 30°C.



Figur 2 Grafen gir en oversikt over hvordan den relative fuktigheten varierer med spenningen vi måler ut av kretsen, når vi har *termistoren (variabel motstand, 470kΩ ved 25°C)* i serie med fuktighetssensoren. De ulike grafene gjelder for de temperaturene 15°C, 20°C, 25°C og 30°C.

*Lærerveiledning til undervisningsopplegget ”Bygg en fuktighetsmåler”*



## 1. Innledning

Dette undervisningsopplegget har til hensikt å vise elevene de teknologiske sidene av fysikkfaget. Det blir i mindre grad fokusert på de fysiske prinsippene slik som mer tradisjonelle fysikkforsøk gjør. Ved å jobbe med datablad, drøfte hva som karakteriserer komponenter, studere kostnader og hvordan komponenter kan bestilles og kombineres i oppkoblinger, kan elevene få kjennskap til viktige elementer i planlegging og bygging av et teknologisk produkt.

Det å få lov til å bygge noe selv kan virke motiverende for mange elever. Det er et relativt teknisk avansert instrument, men da er det desto mer moro å få det til å virke. Fuktighetsmåleren består av en fuktighetssensor, termistor, noen motstander og lysdioder og en integrert krets. Elevene trenger ikke nødvendigvis å forstå alt om hvordan disse komponentene fungerer, men for de aller ”flinkeste” kan dette være en ekstra utfordring. På den måten kan undervisningsopplegget også legge til rette for differensiering blant elevene.

## 2. Utstyr

Hver gruppe trenger følgende komponenter:

- 1 fuktighetssensor H25K5.
- 1 NTC- termistor 470 k $\Omega$
- 10 lysdioder
- 1 motstand (2,2 k $\Omega$ )
- 1 motstand (3,9 k $\Omega$ )
- 1 Display Driver LM3914
- Ledninger

Alle komponentene kan bestilles fra internettsidene til ELFA ([www.elfa.se/no/](http://www.elfa.se/no/)). Det er raske leveringstider, og komponentene vil ankomme innen en uke.

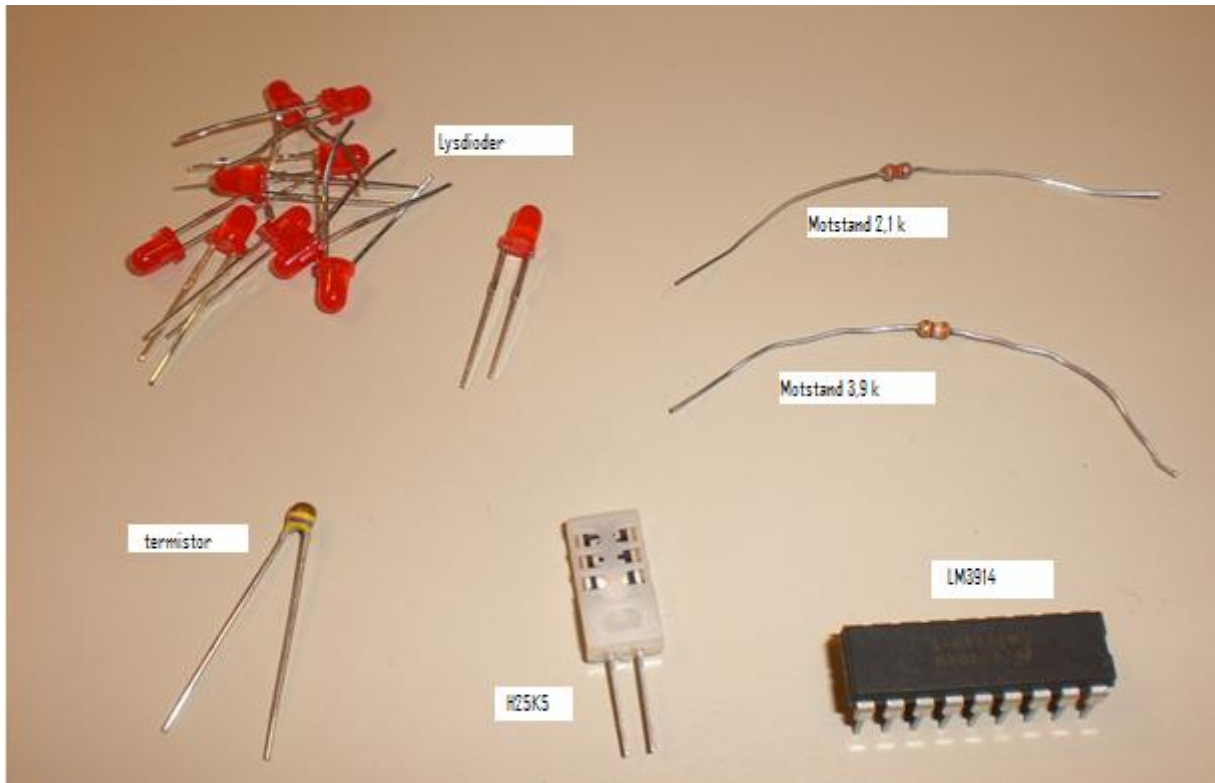
I tillegg trengs følgende utstyr for å kunne gjennomføre undervisningsopplegget.

- Koblingsrett: Disse brettene finnes på de fleste skolene som har elektrofag som yrkesfaglig studieprogram. Ellers har skolelabben på NTNU slike koblingsbrett til utlån for skoler som ikke har det nødvendige utstyret. Koblingsbrettene inngår i ”Elektronikk målekoffert” (se <http://web.plu.ntnu.no/skolelab/>). Ellers er det mulig å bestille slike brett på ELFA under Koblingsmateriell – Koblingsdekk (f.eks artikkelnr: 48-427-04).  
Dersom oppkoblingen skal gjøres permanent, kan komponentene kobles opp på et veroboard, (f.eks artikkelnr: 48-396-92.)
- 1 Multimeter: Digitalt er best, da vi trenger nøyaktige avlesninger.
- 2 Spenningskilder: Vi trenger 2 spenningskilder på grunn av at fuktighetssensoren skal ha en spenningsforsyning på 5 Volt og Lysdiodene skal ha en spenning på 9 Volt.  
Alternativt kan en bruke en spenningsregulator som sette ned spenningen fra 9 til 5 volt til sensoren (Men da kan ikke oppgave 10 og 11 under ”Oppkobling av displaydelen” gjennomføres.)
- Termometer: For å måle temperaturen i klasserommet.



Utstyr som ikke er nødvendig, men som kan være morsomt å benytte for å teste ut instrumentet, er for eksempel:

- Hårføner
- Varmt vann (i plastikkpose)
- Isbiter (i plastikkpose)



Figur 1: Komponentene som benyttes i fuktighetsmåleren.

### 3. Hva skal måles?

#### Luftfuktighet

Luftfuktighet er et mål på hvor mye vanndamp det er i luften og kan angis enten som relativ luftfuktighet, absolutt luftfuktighet eller spesifikk luftfuktighet. Instrumentet elevene skal bygge måler relativ fuktighet.

Relativ fuktighet beskriver vanndampinnholdet i en gassblanding av luft og vann. Relativ fuktighet er definert som forholdet mellom partielltrykket<sup>1</sup> til vanndamp og vanndampens metningstrykk ved en viss temperatur. Kaldere luft kan ikke holde på like mye

<sup>1</sup> Partielltrykk er trykket hver enkelt gass i en gassblanding (ideell gass) ville hatt dersom den var alene i volumet.

vann som varmere luft. Derfor vil den relative luftfuktigheten være høyere for kald luft enn for varm luft når volumet er det samme. Relativ luftfuktighet blir uttrykt som prosentandelen av vann i luften og blir regnet ut på følgende måte:

$$RH = \frac{p(H_2O)}{p^*(H_2O)} \times 100 \%, \text{ der} \quad (1)$$

- RH er den relative fuktigheten av gassblandingen man ser på,
- $p(H_2O)$  er partielltrykket til vanndampen i gassblandingen
- $p^*(H_2O)$  er det mettede vanntrykket ved den aktuelle temperaturen i gassblandingen

Relativ fuktighet er altså en parameter som er avhengig av *temperaturen* i tillegg til hvor mye vanndamp det er i luften. I avsnitt 4.1 skal vi se at dette er hovedårsaken til at man benytter en termistor i fuktighetsmåleren.

Målet med øvingen er ikke å lære om luftfuktighet, men litt kunnskap vil være til hjelp for lettere å forstå hvordan instrumentet fungerer.

### **Fuktighetsmåling**

De viktigste momentene å tenke over når man skal velge en fuktighetssensor er

- Hvor raskt den gjenopprettes etter kondensasjon (responstid).
- Motstand mot ytre påvirkninger, f.eks forurensninger.
- Nøyaktighet
- Repeterbarhet. (Evne til å gi samme ”verdi”, måling etter måling)
- Behov for utskiftning.
- Langtidsstabilitet.
- Størrelse
- Innpakning
- Kostnader.

I tillegg vil langtidsaspekter som behov for kalibrering og kostnader i forhold til holdbarhet ha noe å si i forhold til valg av sensor. Og i tillegg kompleksitet og reabilitet når det kommer til signalbehandling og dataervervelse.

I kompetansemål 4 under ”teknologi og fysikk” står det at elevene skal kunne: *gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger.* Ved å diskutere disse punktene, - hvilke egenskaper (f. eks nøyaktighet og responstid) den sensoren de skal jobbe videre med har og hvordan den karakteriseres, får elevene et konkret eksempel å forholde seg til. Disse aspektene fra læreplanen kan inkluderes for eksempel ved å be elevene svare på noen spørsmål om de to sensorene, fuktighetssensoren og termistoren, ved å lete opp informasjon i databladene til komponentene. I avsnitt 5 finner du løsningsforslagene på spørsmålene fra avsnittet ”Informasjonssøk i datablad”, hvor elevene blir bedt om å svare på den type spørsmål.

## 4. Teorien ”bak” fuktighetsmåleren.

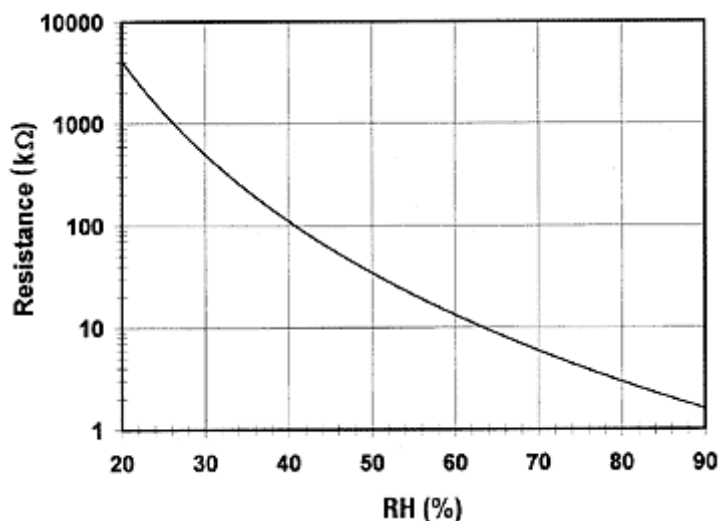
### 4.1 Sensordelen

#### Fuktighetssensor H25K5:

Det er i hovedsak tre teknologier som benyttes i de ulike fuktighetssensorene som blir produsert i dag. Disse prinsippene er kapasitiv, resistiv og termisk ledningsevne (Denes 2001). Det vil si at fuktighetssensoren forandrer en av disse parametrene (kapasitans eller motstand) når elementet absorberer eller avgir fuktighet. I sensoren H25K5, som ble benyttet i elevøvningen, er det resistansen som er den variable parameteren. Det er derfor kun resistive sensorer som vil bli omhandlet her.

I databladet til H25K5 står det ikke hvordan sensoren fungerer, men det er oppgitt at det er en resistiv fuktighetssensor og hvordan den kan benyttes for å beregne den relative fuktigheten.

Resistive fuktighetssensorer måler forandring i elektrisk impedans til et hygroskopisk stoff<sup>2</sup>, slik som et ledende polymer, salt eller substrat (behandla materiale). Impedansforandringen har typisk en invers eksponentiell sammenheng med fuktighet slik som i figur 2 (Denes 2001).



Figur 2. den eksponentielle responsen til en resistiv sensor, skissert her ved 25°C (Denes 2001).



Figur 3: Dette er et bilde av en resistiv fuktighetssensor. Den er ca 10 mm lang (Padfield 1998).

Resistive RH sensorer slik som H25K5 består av en tynn plate med et vannabsorberende polymer, hvor det er festet to ”kam - lignende” stykker av ledende metall eller karbon som griper inn i hverandre som på figur 3. Det som måles er motstanden gjennom overflaten på polymerbrikken, som

<sup>2</sup> Et hygroskopisk stoff har evnen til å ta til seg vannmolekyler fra omgivelsene gjennom enten absorpsjon eller adsorpsjon (Adsorpsjon er når en gass eller væskeløsning akkumulerer på en overflate av et stoff eller en væske).

endrer seg med vanninnholdet. Denne sensoren fungerer best når det benyttes en alternerende (eksitasjons-) spenning (Denes 2001). Da unngår man at den blir ødelagt ved at det blir en enveis elektrolytisk ionebevegelse på polymerbrikken. Likestrømmen i tilstand brukes til å beregne RH. Men dersom sensoren benyttes i kortvarige forsøk som i ”Bygg en fuktighetsmåler”, skulle man likevel ikke tro at dette påvirker resultatet nevneverdig.

Når det gjelder bruksområde til disse sensorene kan en tenke seg flere steder hvor det er viktig å holde øye med fuktigheten. For eksempel kan det tenkes at de kan benyttes i fuktighetsmålere i museum eller antikk- butikker. Dette er steder hvor en bør holde øye med fuktigheten, slik at det gamle, verdifulle inventaret oppbevares i riktig ”miljø”. Det vil være forholdsvis stabile forhold på slike steder, og derfor vil det ikke være behov for raskt reagerende sensorer. De vil også være passende for ”hjemmebruk” for å holde øye med inneklimateet i heimen. Sensorene er fintfølede og må kalibreres ofte.

Viktig ved bruk av sensoren:

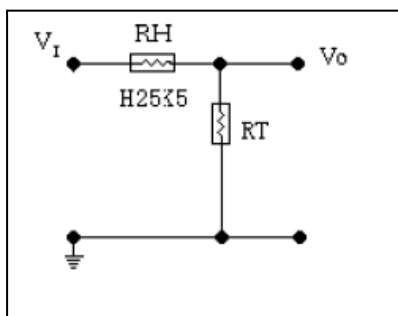
- Helst ikke bruk likestrøm på fuktighetssensoren.
- Unngå kondensasjon og bløtgjøring så mye som mulig.
- Bør brukes i relativt ren luft.

### Termistor NTC

I elevøvingen benyttes en NTC-termistor<sup>3</sup> med motstandsverdi  $470\text{ k}\Omega$ . I databladet til sensoren er det foreslått å bruke en termistor på  $47\text{ k}\Omega$ . Vi valgte likevel å øke motstanden med en faktor 10, til  $470\text{ k}\Omega$  av årsaker som er forklart i avsnittet under.

### Spenningsdeleren

Fuktighetssensoren og termistoren kobles opp etter figuren i databladet, se figur 4.



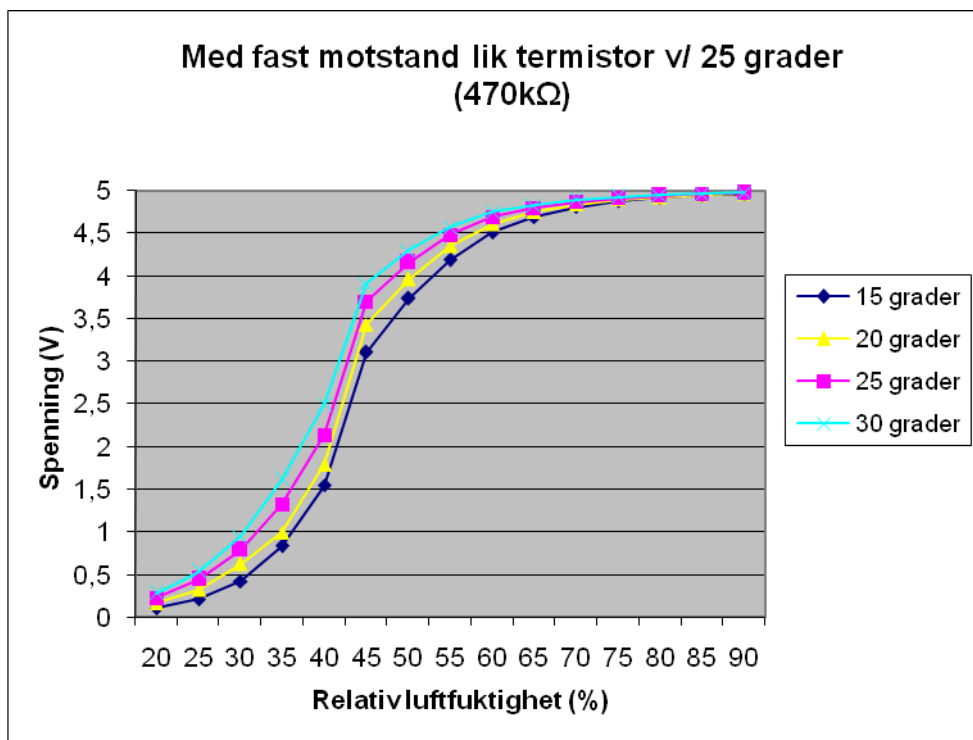
Figur 4. (Elfa)

<sup>3</sup> Det står om denne i Rom Stoff Tid (varmefølsom sensor), og denne skal derfor være kjent for de elevene som bruker den læreboken. I Ergo blir ikke denne komponenten omtalt direkte, men forholdet mellom temperatur og resistans blir beskrevet: *Resistansen i (...) halvledere minker når temperaturen øker* (Callin et. Al 2007). Termistoren kan i så måte være et konkret eksempel for elevene som bruker denne boken på egenskapene ved halvlederen.

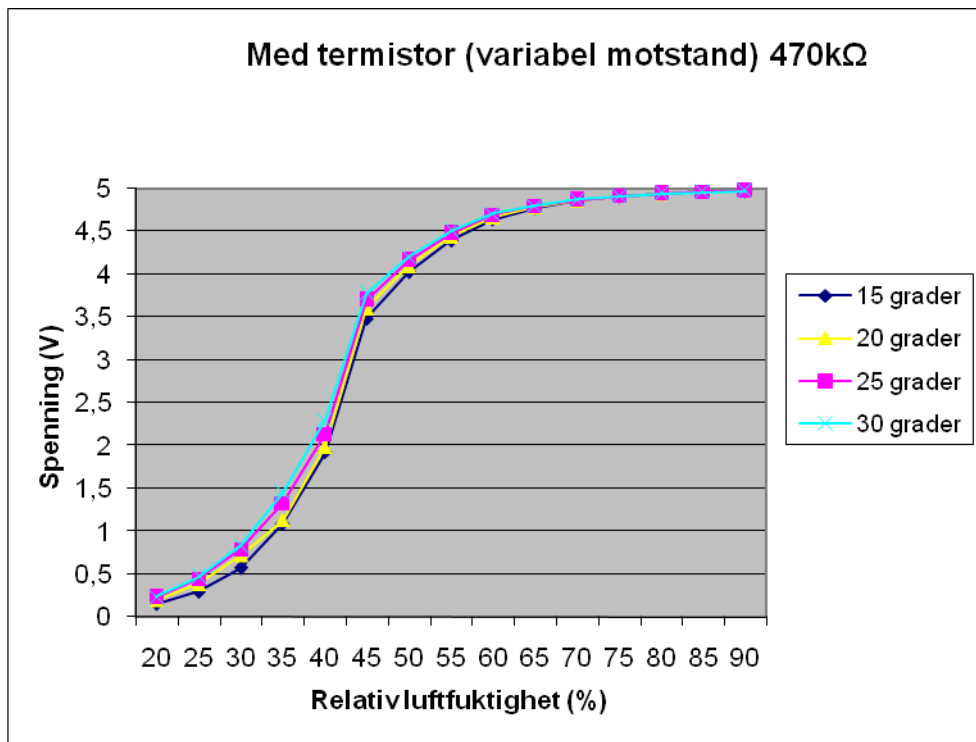
Komponentene kobles i serie og kretsen fungerer dermed som en spenningsdeler med to variable motstander. Spenningsdeleren er en enkel lineær krets som gir en utspenning ( $V_{ut}$ ) som er en del av innspenningen ( $V_{inn}$ ). ”Spenningsdeling” referer til at komponentene i kretsen *deler* spenningen som legges på ( $V_{inn}$ ). Det enkleste eksemplet på en spenningsdeler er to motstander i serie. Kretsen brukes vanligvis til å lage en referansespenning (”forspenningsnettverk”), men den kan også brukes til å sette ned spenningen (signaldemper).

I vårt tilfelle er det altså to variable motstander som er koblet i serie. Det er spenningen over termistoren som brukes som referansespenning for ”displaydelen” av instrumentet, og som dermed avgjør hvor mange av lysdiodene som skal lyse. Jo fuktigere luften er, dess mindre motstand vil det være i fuktighetssensoren, og dess mer strøm vil det gå gjennom spenningsdeleren. Spenningsfallet over termistoren vil dermed være større jo fuktigere luften er, og jo fuktigere luften er, jo større blir også spenningen som legges på LM3914. Oppgaven kan også sees i sammenheng med kompetansemålet som anngår strøm og spenning under hovedområdet *Klassisk fysikk*.

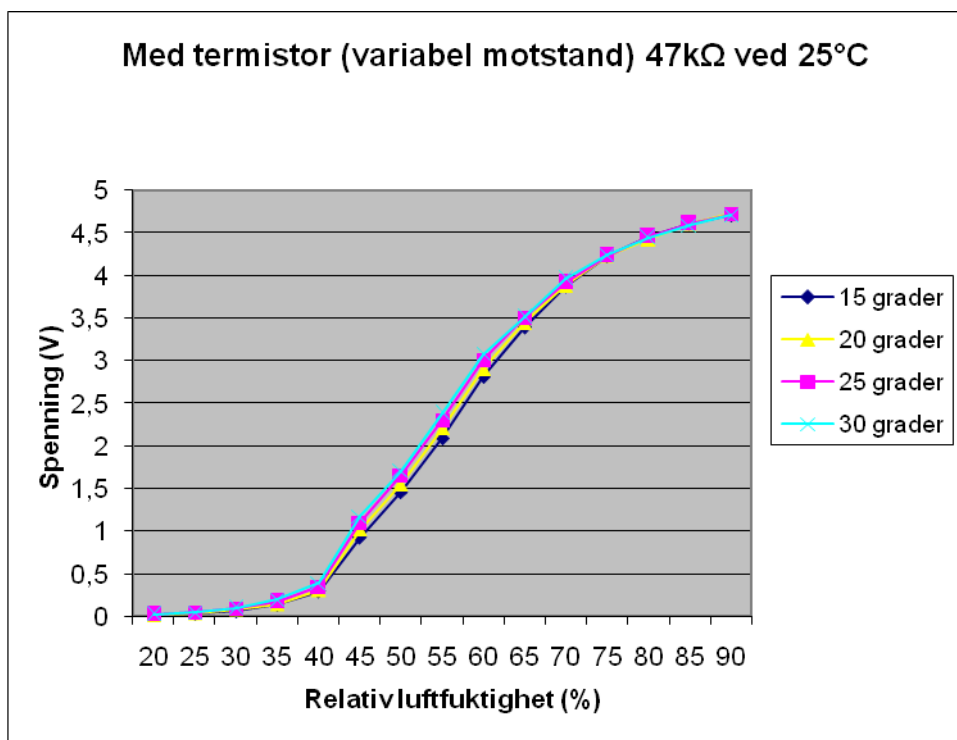
I stedet for å benytte en termistor, kan man bruke en fast motstand. Det ville ikke utgjort særlig forskjell akkurat for dette undervisningsopplegget. Men ved å benytte en termistor får man korrigert for temperaturvariasjoner. Dette kommer fram av grafene i figur 5 og figur 6. Ved bruk av termistoren kan vi dermed bestemme luftfuktigheten mer nøyaktig ved kun å se på spenningen. Dersom vi skulle brukt et dataprogram for å behandle målingene ville vi spare noen operasjoner, da termistoren gjør at vi får en en-til-en-avbildning. Det vil si: man trenger bare en formel for å representere avbildningen.



Figur 5 Grafen gir en oversikt over hvordan den relative fuktigheten varierer med spenningen vi måler ut av kretsen, når det er en *fast motstand* ( $470k\Omega$ ) i serie med fuktighetssensoren. De ulike grafene gjelder for de temperaturene 15°C, 20°C, 25°C og 30°C.



Figur 6 Grafen gir en oversikt over hvordan den relative fuktigheten varierer med spenningen vi måler ut av kretsen, når vi har *termistoren* (variabel motstand, 470kΩ ved 25°C) i serie med fuktighetssensoren. De ulike grafene gjelder for de temperaturene 15°C, 20°C, 25°C og 30°C.



Figur 7: Utspenning som funksjon av relativ fuktighet med termistor 47kΩ (ved 25°C).

I databladet til H25K5, i tipset til anvendelse, var det benyttet en termistor på 47k $\Omega$ , altså en faktor 10 mindre enn det som ble benyttet i dette opplegget. Årsaken til at det ble benyttet en termistor på 470k $\Omega$  i stedet var for å ”få med mer” av det fuktighetsområdet som var aktuelt for våre målinger. Luftfuktigheten på den tiden av året opplegget skulle gjennomføres (januar/februar) er lav, og ved å benytte termistoren på 47k $\Omega$  ville fuktighetsområdet fra 20-40% RH gi svært lite utslag i spenningen og dermed ville målingene bli unøyaktige (se figur 7). Ved å øke termistorstørrelsen med en faktor ti (4,7M $\Omega$ ) blir følsomhetskurven best for de aller laveste fuktighetsområdene.

Vi ser også, ved å sammenligne figur 6 og figur 7, at målingene ville blitt mer nøyaktig over et større område med termistoren på 47k $\Omega$ . Men det hjelper lite dersom vi ikke får med de verdiene som er interessante for oss. (På sommertid, når luftfuktigheten er større, kan likevel en termistor på 47k $\Omega$  være et bedre alternativ).

### **Karakterisering av sensordelen**

Se figur 6. Ved lave fuktighetsverdier er spenningen ut av kretsen liten, og vi ser at strømmen øker lite med fuktigheten for de laveste fuktighetsområdene. Fra 30-50 % RH kan vi gjøre en grov lineær tilnærming og ser at spenningen øker mye med fuktighetsnivået. Dermed vil vi også få de nøyaktigste målingene i dette området.

Fra figur 7 ser vi at grafen er tilnærmet lineær i fuktighetsområdet 40 – 75 % RH, og er således mer nøyaktig over et større område.

## **4.2 Forklaring til hvordan displaydelen fungerer.**

### **LM 3914 Led Displayer**

LM3914 er en integrert krets som registrerer analoge spenningsnivå og driver 10 lysdioder slik at vi får et lineært analogt display.

Strømføringen til lysdiodene er regulert slik at en ikke har behov for motstander i serie med lysdiodene. Denne egenskapen gjør at LM3914 fungerer tilfredsstillende med spenninger mindre enn 3 volt. Kretsen har sin egen justerbare referanse (to motstander) og en nøyaktig tistegs spenningsdeler. Kretsen fungerer for spenninger ned til jord, men må beskyttes mot innspenninger på 35V over eller under jord. Kretsen består av 10 komparatorer<sup>4</sup> med referanse til den justerbare spenningsdeleren. Ulineariteten er derfor lav (1/2 %), til og med over store temperaturområder.

Det er mulig å utvide bruken av komponenten på ulike måter: den kan drive lysdioder med mange forskjellige farger, eller glødelamper (svakstrøm). Og det er mulig å koble mange LM 3914 til hverandre for å forme lengre segmenter av lysdioder. Alle utganger er individuelle.

Ved en enkel omkobling kan vi gjøre om displayet fra et ”bardisplay” til at bare en lysdiode lyser av gangen. Det gjøres ved å koble pin 9 fra innspenningen (evt jord).

På side 2 i databladet finner man figuren som det ble koblet etter i ”Bygg en fuktighetsmåler”. Forholdet mellom motstandsverdiene for de to motstandene kan justeres slik at en får den ønskede referansespenningen inn på kretsen. Nedenfor er fremgangsmåten til valg av motstander gitt, dersom

---

<sup>4</sup> En komparator er en komponent som sammenligner to spenninger. Spenningen på inngangen blir sammenlignet med en forhåndsinnstilt terskelspenning. Spenningsnivået på utgangen av komparatoren sier oss om inngangsspenningen har passert terskelspenningen (Rossing 2007).

en ønsker at lysdiodene ikke skal lyse ved vanlig romfuktighet/romtemperatur, og at alle lysdiodene skal lyse når man blåser maksimalt på sensoren.

### Valg av motstander

Beskrivelse: Koble opp sensordelen med fuktighetssensoren H25K5 og termistoren (f.eks 470  $k\Omega$ ). Deretter blåser du maksimalt på selve sensoren (du må kanskje puste en god stund), og måler utspenning nå som sensoren er utsatt for mye fuktighet. Bruk et digitalt multimeter. Dette vil omtrentlig være referansen som legges på kretsen, og ved denne spenningsverdien vil alle lysdiodene lyse dersom du justerer motstandsforholdet deretter. (Ved en innspenning på 5 volt på sensordelen, ble det målt en utspenning på ca 3,7 volt som maksimal verdi).

På side 2 i databladet til komponenten LM3914 blir følgende formel gitt:

$$Ref\ Out\ V = 1,25 ( 1 + R2/R1)$$

Med Ref out V = 3,7 gir det at forholdet mellom R2 og R1 blir 1,96.

Dersom R1 velges til 2,0  $k\Omega$  blir R2 ca 3,9 $k\Omega$ .

I labbheftet er det foreslått å bruke R1 = 2,1  $k\Omega$  og R2 = 3,9  $k\Omega$ .

Disse referanseverdiene vil selvsagt variere fra årstid til årstid (og fra dag til dag), og en bør derfor planlegge og regne ut motstandsforholdet etter når på året en gjennomfører øvingen.

## 5. Løsningsforslag til oppgavene i labheftet.

### 5.1 Informasjonssøk i datablad.

Første del av undervisningsopplegget handler om informasjonssøk i datablad. Her skal elevene gjøres kjent med hva et datablad faktisk er, hvor databladene kan letes opp, hvilken informasjon som kan finnes og hvordan denne informasjonen leses ut av et datablad. Et viktig poeng er å vise elevene hvordan fysikere og ingeniører jobber når de skal finne informasjon om de komponentene som skal utgjøre instrumentet som skal bygges. Et av målene i læreplanen handler om egenskapene til sensorer. Spørsmålene nedenfor kan danne utgangspunkt for diskusjoner rundt hvilke egenskaper sensorene i denne elektroniske innretningen har, og hvordan disse kan sette begrensinger for målinger.

#### Løsning/ kommentar til ”Informasjonssøk i datablad”

##### 2.1.1 H25K5 fuktighetssensor.

1. Hvor stor nøyaktighet har sensoren H25K5?

$\pm 5\%$  relativ fuktighet ved 25 °C og 60 % relativ fuktighet.

2. Over hvilket måleområde kan sensoren benyttes?

20 – 90 % RH

3. For hvilke temperaturer vil sensoren være tilstrekkelig nøyaktig?

Fra 0°C til 60°C.



4. Hvor stor spenning kan en legge på sensoren H25K5 uten at den tar skade?

10 volt.

(Det er viktig å presisere ovenfor elevene at dersom de overskrider denne spenningsverdien, så vil sensoren bli ødelagt, og målingene de skal gjøre blir svært unøyaktige eller ukorrekte.)

5. Hvilket fysisk prinsipp er det sensoren virker etter? Dvs. hvilken fysisk parameter er det som endres med luftfuktigheten?

Motstanden i sensoren

(Se avsnitt 4.1 for utfyllende forklaring).


6. Se i tabellen på side 2 i databladet. Les ut den relative fuktigheten når du vet at temperaturen i omgivelsene er 25 grader celsius og du måler motstanden til å være  $600\text{ k}\Omega$ .

Ca 40% RH

7. Hva koster det å kjøpe denne sensoren i forhold til andre fuktighetssensorer hos Elfa?

Sensoren H25K5 er en billig sensor. Den koster 19,80 kr i forhold til hva de to andre sensorene som ELFA selger som koster 161,00 kr (HIH 4000) og 72,80 kr (SMTHS 07).

(Dette spørsmålet vil kanskje oppleves som merkelig og annerledes for elevene, men i en teknologisk sammenheng er dette et relevant spørsmål som det er nødvendig å ha klart for seg.)

8. Se i databladet til sensoren (  ), figur 2. Kan du tenke deg hvorfor sensoren er koblet sammen (i serie) med en termistor?

Vi vet at relativ fuktighet er en parameter som er avhengig av både vanddampmengden og temperaturen i lufta. Termistoren vil gjøre at vi får mer nøyaktige målinger. (Se avsnitt 4.1 for utfyllende forklaring).

### 2.1.2 Termistor, type NTC ( $470\text{ k}\Omega$ ved $25^\circ\text{C}$ )

9. I databladet til termistoren står det at responstiden er 1,2 sekunder. Hva vil det si?

I en termistor blir motstanden endret i forhold til hva temperaturen er (temperaturfølsom motstand). Responstiden blir da den tiden det tar før termistoren har innstilt seg til den motstanden som den skal ha ved akkurat den bestemte temperaturen.

10. Hva koster det dersom en ønsker å kjøpe 30 termistorer av denne typen?

$17,20\text{ kr} \cdot 10 \cdot 3 = 516\text{ kr}$

### Løsning/ kommentar til ”Oppkobling av sensordelen av instrumentet, pluss noen målinger.”

I oppgaven blir elevene bedt om å gjøre diverse målinger, og svare på spørsmål i tilknytning til disse.

Punkt 1. Her skal elevene bare koble opp sensordelen.

Punkt 2. Her skal elevene måle spenningen over termistoren når innspenningen på kretsen er 5 volt. (Det er viktig å presisere at sensoren blir ødelagt dersom innspenningen overstiger 10 volt.) Hvor høy spenning det måles vil kunne variere en del, men dersom en gjør forsøket på vinterhalvåret kan det forventes å måle en spenning på omtrent 0,2 volt

Punkt 3. Dette punktet hvor elevene skal benytte databladet for å finne  $R_T$  er et eksempel på hvor mye forskjellig informasjon man kan finne i et datablad. Her må man altså bruke tabellverdier for å finne motstanden i termistoren ved en viss temperatur.

For å finne  $R_T$  må man se i de to kolonnene helt til venstre i tabellen. Dersom det for eksempel er ca  $20^\circ\text{C}$  er forholdet  $\frac{R_T}{R_{25}} = 1.1777$  og  $R_{25} = 470\text{k}\Omega$ . og vi får verdien

$$R_T = 1,1777 \cdot 470\text{k}\Omega \approx \underline{554\text{k}\Omega}$$

Punkt 4. Nå er alle verdiene funnet slik at vi kan regne ut  $R_H$ . Etter omforming av formelen får vi:

$$R_H = \frac{R_T(V_I - V_O)}{V_O}$$

Dersom vi bruker tallene ovenfra:  $V_I = 5\text{V}$ ,  $V_O = 0,2\text{ V}$  og  $R_T = 554\text{k}\Omega$  er motstanden i fuktighetssensoren:

$$R_H = \underline{831\text{ k}\Omega}$$

Punkt 5. Nå kan det leses ut av tabellen i databladet at når  $R_T = 831\text{ k}\Omega$ , er den relative fuktigheten ca 40%.

Det kan være greit å ha en annen fuktighetsmåler i klasserommet slik at en har noe å sammenligne elevenes verdi med. Dette kan danne utgangspunkt for diskusjoner med elevene om hva som kan være årsaken til eventuelle avvik.

Punkt 6. På dette punktet hvor elevene skal finne ut om spenningen øker eller minker ved økt fuktighet, kan man få elevene til å tenke over egenskapene til komponentene. Økt fuktighet gir økt ledningsevne (forklaring side). Man kan forvente en utspenning på over 3,5 volt. Pusten vil også endre temperaturen, men termistoren vil kompensere for dette ved å endre temperaturen.

### **Kommentar/ løsning til ”Oppkobling av displaydelen”**

Punkt 1 – 9: Når elevene skal koble opp denne delen av instrumentet er nøyaktighet svært viktig. Elevene kan ha en tendens til å koble opp blindt etter bildet, og det viser seg raskt å være vanskelig. Det beste er å koble opp komponentene etter punktene 1 til 9 slik at en hele tiden har oversikten over hva som står igjen å koble opp, og slik at man ikke går glipp av informasjon som det er vanskelig å lese ut av dette bildet. Bildet er kun ment å gi et overordnet inntrykk av hvordan det skal se ut.

Punkt 10: For å gjøre denne oppgaven trenger man en nøyaktig spenningskilde som gir spenninger helt ned til 0 volt. Denne oppgaven er illustrerende på den måten at den viser at jo mer spenning vi legger på kretsen (på samme måte at jo mer fuktig luft vi puster på sensoren) jo mer spenning vil legges over LM3914 og jo flere lysdioder vil lyse.

Det kan være vanskelig å holde oversikten over ”hvilken spenningskilde det er som hører til hva”. Lysdiodene skal fortsatt ha 9 volt, men nå skal spenningen på sensordelen variere fra 0 volt og oppover.

Punkt 11: Illustrer instrumentets funksjon.

## Løsning/ kommentar til ”Sammenkobling av sensordel og displaydel”.

Punkt 1: Her skal det altså testes om instrumentet virker slik det er tiltenkt. Hvorvidt alle lysdiodene kommer til å lyse avhenger som sagt av forholdet mellom de to motstandene på displaydelen. Men også valg av termistor har, som vi har sett, innvirkning på hvilket fuktighetsområde sensoren vil være mest følsom for.

Punkt 2: Elevene får et konkret eksempel på hva ”begrepet” responstid har å si for sensoren H25K5.

Punkt 3: Denne oppgaven er tatt med for å inkludere et hverdagsfenomen. En enkel forklaring på spørsmålet er at når den kalde tørre luften blir tatt inn gjennom ventilasjonsanleggene, uten å tilføres fuktighet, vil den relative fuktigheten bli enda lavere enn den var i utgangspunktet.

Punkt 4: ”Litt lekning med instrumentet” til slutt er morsomt! Men vær oppmerksom på at sensoren ikke fungerer over 90 % RH, så ikke ”dypp” den i vann...

## 6. Anbefalninger

Opplegget legger til rette for å arbeide med ulike teknologiske kompetanser innen for rammene av fysikkfaget, og det kan gi et innblikk i teknologiske virksomhet. I forbindelse med læreplanens kompetansemål, kan følgende knyttes tett opp mot dette undervisningsopplegget:

*Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:*

- *gjøre rede for forskjellen mellom ledere, halvledere og isolatorer ut fra dagens atommodell, og forklare doping av halvleder*
- *sammenligne oppbygningen og forklare virkemåten til en diode og en transistor, og gi eksempler på bruken av dem*
- *gjøre rede for hvordan moderne sensorer karakteriseres, og hvordan sensorenes egenskaper setter begrensninger for målinger*

Undervisningsopplegget bør gjennomføres så sent som mulig i gjennomføringen av det tilhørende lærestoffet, for at elevene skal ha størst mulig ”ballast” fra tidligere. Jeg vil også anbefale å utsette de tradisjonelle fysikkoppgavene i labheftet til senere. Disse kan like godt trekkes inn i etterkant. Det gjør opplegget mer spesielt og mer moro for elever som er glad i praktisk arbeid.

Selve undervisningsopplegget skal kunne gjennomføres på en fagdag (4 timer) dersom elevene er forberedt over tid på ha som skal møte dem. Det vil si: dersom elevene er kjent med utstyret fra før (spenningskilder, multimeter, koblingsbrett).

Dersom elevene har lite erfaring kan det lønne seg å benytte en dobbelttime i forkant for å gjøre del 1 av oppgaven (Informasjonssøk i datablad), slik at fagdagen benyttes til byggingen av (og målingen på) på instrumentet. I tillegg bør man i etterkant av selve undervisningsopplegget ta seg tid til å se instrumentet i sammenheng med lærestoffet, for å knytte teorien til et konkret eksempel.

For læreren som ønsker å gjennomføre opplegget vil det lønne seg å starte planleggingen i god tid. Valg og utprøving av komponenter bør gjøres før klassesettet blir bestilt. Dessuten bør læreren selv ha god erfaring fra å koble med instrumentet slik at man vet hvor elevene kan gjøre feil.

Opplegget kan også benyttes i programfaget *Teknologi og forskningslære*.

**LYKKE TIL!**

**Kilder:**

Denes K. Roveti (2001): Choosing a Humidity Sensor: A Review of Three Technologies, *Sensors Magazine*, July 2001

Padfield, Tim (1998): *Relative humidity sensors*. Lokalisert den 28.05.08 på <http://www.padfield.org/tim/cfys/datalog/datlog4.php>

Fuktighetssensoren: *H25K5A resistance humidity sensor specification*, <http://www.elfa.se/elfa-bin/dyndok.pl?dok=4920.htm>

LED displayeren: *LM3914 Dot/Bar Display Driver*, <http://www.elfa.se/pdf/73/731/07313109.pdf>

Termistoren: *NTC Thermistors*, <http://www.elfa.se/pdf/60/06025886.pdf>

# 錫麟企業有限公司 Sencera Co. Ltd.

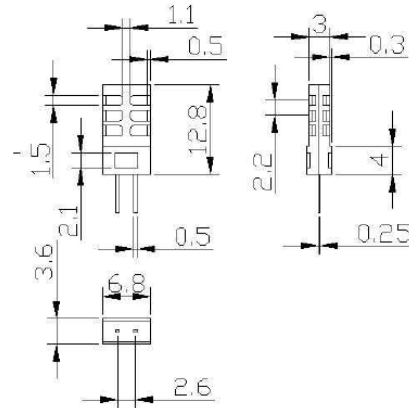
Tel:02-27046595 Fax:886-2-27041279 Email:justinel@ms14.hinet.net

9F-5, No. 26, Sec. 3, Jan-Ai Road, Taipei, Taiwan, ROC. <http://www.sensorelement.com>

## H25K5A resistance humidity sensor specification

### Applications

Humidity detecting.  
Humidifier, dehumidifier  
Hygrometer,  
Humidity controller.

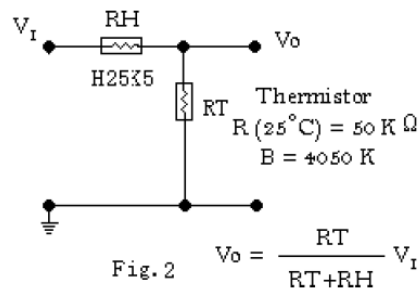


### Electric characteristics

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Rated voltage             | DC 1~10V Or AC 1Vrms (AC0.26mW)           |
| Operating temp. range     | 0°C ~ +60°C                               |
| Recommended driving Freq. | 1 KHz                                     |
| Operating humidity range  | 20~ 90%RH                                 |
| Storage temp. range       | -20°C ~ +85°C                             |
| Storage humidity range    | 90% RH Max.                               |
| Standard resistance       | 31KΩ (20-50Kohm) at 25°C, 60% RH, 1KHz    |
| Response time             | Max. 60 second.                           |
| Accuracy                  | ±5%RH at 25°C, 60% RH                     |
| Hysteresis                | 3%RH Max.<br>(when 40%RH change to 80%RH) |

Soldering request: Not over 3 seconds in the solder tank of 250±5°C and can not immersed the Lead into the solder tank over 3mm.

Fig. 2: H25K5 Reference circuit



Sensor resistance table (unit:K  $\Omega$ ) At 1 KHz, Voltage 1Vrms.

|       | 0°C   | 5°C   | 10°C  | 15°C  | 20°C  | 25°C | 30°C | 35°C | 40°C | 45°C | 50°C |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 20%RH |       |       |       | 21000 | 13500 | 9800 | 8000 | 6300 | 4600 | 3800 | 3200 |
| 25%RH |       | 19800 | 16000 | 10500 | 6700  | 4803 | 3900 | 3100 | 2300 | 1850 | 1550 |
| 30%RH | 12000 | 9800  | 7200  | 5100  | 3300  | 2500 | 2000 | 1500 | 1100 | 900  | 750  |
| 35%RH | 5200  | 4700  | 3200  | 2350  | 1800  | 1300 | 980  | 750  | 575  | 430  | 350  |
| 40%RH | 2800  | 2000  | 1400  | 1050  | 840   | 630  | 470  | 385  | 282  | 210  | 170  |
| 45%RH | 720   | 510   | 386   | 287   | 216   | 166  | 131  | 104  | 80   | 66   | 51   |
| 50%RH | 384   | 271   | 211   | 159   | 123   | 95   | 77   | 63   | 52   | 45   | 38   |
| 55%RH | 200   | 149   | 118   | 91    | 70    | 55   | 44   | 38   | 32   | 30   | 24   |
| 60%RH | 108   | 82    | 64    | 51    | 40    | 31   | 25   | 21   | 17   | 14   | 12   |
| 65%RH | 64    | 48    | 38    | 31    | 25    | 20   | 17   | 13   | 11   | 9    | 8    |
| 70%RH | 38    | 29    | 24    | 19    | 16    | 13   | 10.5 | 9    | 8.2  | 7.1  | 6.0  |
| 75%RH | 23    | 18    | 15    | 12    | 10    | 8.5  | 7.2  | 6.4  | 5.8  | 5.0  | 4.1  |
| 80%RH | 16    | 12    | 10.2  | 8.1   | 7.2   | 5.7  | 5.0  | 4.4  | 4.0  | 3.3  | 2.9  |
| 85%RH | 10.2  | 8.2   | 6.9   | 5.5   | 4.7   | 4.0  | 3.6  | 3.2  | 2.9  | 2.4  | 2.0  |
| 90%RH | 6.9   | 5.4   | 4.7   | 4.1   | 3.2   | 2.8  | 2.5  | 2.3  | 2.1  | 1.8  | 1.5  |

Issue on 20MAY02

Utklipp fra databladet til termistoren (Elfa):



## 2381 640 3/4/6.../NTCLE100E3...B0/T1/T2

NTC Thermistors, Accuracy Line

Vishay BCcomponents

| RESISTANCE VALUES AT INTERMEDIATE TEMPERATURES |                                 |                                 |              |   |       |       |
|--|---------------------------------|---------------------------------|--------------|---|-------|-------|
| T <sub>OPER</sub><br>(°C)                      | R <sub>T</sub> /R <sub>25</sub> | ΔR DUE TO<br>B-TOLERANCE<br>(%) | TCR<br>(%/K) | R <sub>25</sub><br>(Ω)                      |       |       |
|  |                                 |                                 |              | 2381 640 .....; see note 1 at end of tables |       |       |
|  |                                 |                                 |              | 6.338                                       | 6.478 | 6.688 |
| -40  | 13.6364                         | 8.08                            | -4.97        | 45.00                                       | 64.09 | 92.73 |
| -35  | 10.6806                         | 7.30                            | -4.80        | 35.25                                       | 50.20 | 72.63 |
| -30  | 8.4350                          | 6.55                            | -4.64        | 27.84                                       | 39.64 | 57.36 |
| -25  | 6.7148                          | 5.84                            | -4.48        | 22.16                                       | 31.56 | 45.66 |
| -20  | 5.3866                          | 5.15                            | -4.33        | 17.78                                       | 25.32 | 36.63 |
| -15  | 4.3532                          | 4.49                            | -4.19        | 14.37                                       | 20.46 | 29.60 |
| -10  | 3.5432                          | 3.85                            | -4.05        | 11.69                                       | 16.65 | 24.09 |
| -5   | 2.9035                          | 3.24                            | -3.92        | 9.58  | 13.65 | 19.74 |
| 0  | 2.3950                          | 2.65                            | -3.79        | 7.90  | 11.26 | 16.29 |
| 5  | 1.9880                          | 2.08                            | -3.66        | 6.56  | 9.34  | 13.52 |
| 10   | 1.6602                          | 1.54                            | -3.55        | 5.48  | 7.80  | 11.29 |
| 15   | 1.3944                          | 1.01                            | -3.43        | 4.60  | 6.55  | 9.48  |
| 20   | 1.1777                          | 0.49                            | -3.32        | 3.89  | 5.54  | 8.01  |
| 25   | 1.0000                          | 0.00                            | -3.22        | 3.30  | 4.70  | 6.80  |
| 30   | 0.8534                          | 0.48                            | -3.12        | 2.82  | 4.01  | 5.80  |
| 35   | 0.7319                          | 0.94                            | -3.02        | 2.42  | 3.44  | 4.98  |
| 40   | 0.6307                          | 1.39                            | -2.93        | 2.08  | 2.96  | 4.29  |
| 45   | 0.5459                          | 1.82                            | -2.84        | 1.80  | 2.57  | 3.71  |
| 50   | 0.4746                          | 2.24                            | -2.76        | 1.57  | 2.23  | 3.23  |
| 55   | 0.4143                          | 2.65                            | -2.68        | 1.37  | 1.95  | 2.82  |
| 60   | 0.3631                          | 3.04                            | -2.60        | 1.20  | 1.71  | 2.47  |
| 65   | 0.3194                          | 3.43                            | -2.52        | 1.05  | 1.50  | 2.17  |
| 70   | 0.2820                          | 3.80                            | -2.45        | 0.93  | 1.33  | 1.92  |
| 75   | 0.2499                          | 4.16                            | -2.38        | 0.82  | 1.17  | 1.70  |
| 80   | 0.2222                          | 4.51                            | -2.32        | 0.73  | 1.04  | 1.51  |
| 85   | 0.1982                          | 4.85                            | -2.25        | 0.65  | 0.93  | 1.35  |
| 90   | 0.1774                          | 5.19                            | -2.19        | 0.59  | 0.83  | 1.21  |
| 95   | 0.1592                          | 5.51                            | -2.13        | 0.53  | 0.75  | 1.08  |
| 100  | 0.1433                          | 5.82                            | -2.07        | 0.47  | 0.67  | 0.97  |
| 105  | 0.1294                          | 6.13                            | -2.02        | 0.43  | 0.61  | 0.88  |
| 110  | 0.1171                          | 6.43                            | -1.97        | 0.39  | 0.55  | 0.80  |
| 115  | 0.1063                          | 6.72                            | -1.92        | 0.35  | 0.50  | 0.72  |
| 120  | 0.0967                          | 7.00                            | -1.87        | 0.32  | 0.45  | 0.66  |
| 125  | 0.0882                          | 7.28                            | -1.82        | 0.29  | 0.41  | 0.60  |
| 130  | 0.0806                          | 7.55                            | -1.77        | 0.27  | 0.38  | 0.55  |
| 135  | 0.0739                          | 7.81                            | -1.73        | 0.24  | 0.35  | 0.50  |
| 140  | 0.0678                          | 8.07                            | -1.69        | 0.22  | 0.32  | 0.46  |
| 145  | 0.0624                          | 8.32                            | -1.65        | 0.21  | 0.29  | 0.42  |
| 150  | 0.0575                          | 8.56                            | -1.61        | 0.19  | 0.27  | 0.39  |