



Höskolan Kristianstad
291 88 Kristianstad
044-203000
www.hkr.se

EXAMENSARBETE

AVANCERAD NIVÅ, 30 HP

Hösten 2010

Lärarytildningen

Lärande genom laborationer?

En jämförelse av öppna och styrda laborationer i
Naturkunskap A på Elprogrammet

Författare
Jenny Nilsson
Mariana Pop

Handledare
Ola Magntorn
Maria Rosberg

Lärande genom laborationer

En jämförelse av öppna och styrda laborationer i Naturkunskap A på Elprogrammet

Abstract

Laborationer är ett naturvetenskapligt arbetssätt, som ger tillfälle för eleverna att förstå hur den naturliga världen fungerar. Laborationer kan vara styrda eller öppna och de kan ha olika frihetsgrader. Det finns olika nyanser av frihetsgrader som tillåter antingen att läraren eller eleverna planerar laborationerna. Forskning visar att i öppna laborationer upplever eleverna att de lär sig mer, men i utbyte mot högre krav på samarbete och motivation. I vissa laborationer utmanas inte elevernas kunskaper, då de bara följer instruktionerna. Studiens syfte var att undersöka vad eleverna lärde sig i styrda respektive öppna laborationer om verkningsgrad i Naturkunskap A på Elprogrammet. Studien var kvantitativ i form av enkäter, med inslag av kvalitativa observationer. Materialet analyserades med ett variationsteoretiskt perspektiv. Resultatet blev att eleverna lärde sig inte mer om begreppet verkningsgrad i varken de öppna eller styrda laborationerna. Den kvalitativa analysen gav att eleverna fokuserar mer på begrepp i den öppna laborationen och i den styrda koncentrerar eleverna sig på att producera resultat.

Ämnesord: Laborationer, frihetsgrader, variationsteori, naturkunskap

INNEHÅLL

Förord.....	6
1. Inledning.....	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Varför laborationer?.....	7
1.2.1 Styrdokument.....	8
1.2.1.1 Ämnet Naturkunskap på gymnasiet.....	8
1.2.2 Problemformulering	9
1.3 Syfte.....	11
1.4 Uppsatsens disposition och metod.....	11
2. Litteraturgenomgång.....	13
2.1 Ett naturvetenskapligt arbetssätt	13
2.2 Vad är en laboration?	14
2.3 Syften med laborationer.....	15
2.4 Styrda och öppna laborationer.....	18
2.4.1 Styrda laborationer.....	18
2.4.2 Öppna laborationer och frihetsgrader.....	19
2.4.3 Funna skillnader mellan öppna och styrda laborationer.....	20
2.5 Lärande genom laborationer.....	23
2.5.1 Kriterier för meningsfullt lärande	24
2.6 Sammanfattning.....	25
2.7 Problemprecisering.....	26
3. Teoretisk utgångspunkt.....	27
3.1 Studiens teoretiska utgångspunkt.....	27
3.1.1 Variationsteorin.....	27
3.1.1.1 Olika sätt att lära sig.....	28
3.1.2 Variationsteoretiska begrepp.....	29
3.1.2.1 Variation	29
3.1.2.2 Urskiljning.....	29
3.1.2.3 Lärandeobjekt.....	30
3.1.2.4 Kritiska aspekter.....	30
3.2 Varför variationsteori?.....	31
4. Empirisk del.....	32
4.1 Val av metod.....	32
4.1.1 Val av variabler.....	33
4.2 Undersökningens utformning.....	33
4.2.1 Utformning av laboration	33
4.2.2 Urvalsgrupp.....	34
4.2.2.1 Indelning av grupper.....	34
4.2.2.2 Forskningsetik.....	34
4.2.3 Testets utformning.....	35
5. Resultat.....	36
5.1 Resultat från förtest.....	36
5.1.1 Kunskaper eleverna redan hade:.....	37
5.1.2 Kunskaper eleverna saknade.....	37
5.1.3 Identifiering av kritiska aspekter.....	38
5.2 Observation av den styrda laborationen.....	38
5.2.1 Grupparbetet i den styrda laborationen.....	39
5.3 Observation av den öppna laborationen.....	39
5.3.1 Grupparbetet i den öppna laborationen.....	40

5.4 Övergripande innehåll i styrda respektive öppna laborationen.....	42
5.5 Resultat från eftertest.....	43
6. Diskussion.....	45
6.1 Metoddiskussion.....	45
6.1.1 Val av metod.....	45
6.1.2 Urvalsgrupp.....	46
6.1.3 Testets utformning.....	46
6.1.4 Hur hade man kunnat göra annorlunda?.....	47
6.2 Resultatdiskussion.....	47
6.2.1 Vilka aspekter av lärandeobjektet har gjorts synliga?.....	48
6.2.2 Är det någon skillnad i lärande?.....	49
6.2.3 Slutsats.....	50
6.3 Slutord.....	51
6.4 Förslag till vidare forskning.....	52
7. Sammanfattning.....	53
8. Litteraturförteckning.....	54
Bilagor.....	59

Förord

Vårt uppsatsarbete har varit fyllt av goda perioder och dåliga perioder. Vi trodde aldrig att vi skulle bli klara i tid. Ibland har vi har stött på motstånd men med hjälp av ett flertal personer har vi kunnat gå vidare. Vi vill därför tacka våra handledare: Maria Rosberg för det fenomenala arbete hon lade ner när det kändes som att vi höll på att drunkna i forskningslitteratur och Ola Magntorn som fick oss att vara mer kritiska i vårt tänkande.

Ett stort tack till den klass som medverkade i vår undersökning, och till läraren som gav oss goda råd när vi utformade laborationerna. Vi tackar Albina Brunosson för det stöd och den uppmuntran hon gav oss när vi hade det som tuffast. Göran Brante får även tack för det tålamod och de råd han gav när vi inte riktigt visste vad vi skulle göra med vår undersökning.

Sist, men inte minst, tackar vi våra familjer för allt stöd vi fick under den jobbiga perioden, och ett hjärtligt tack för att ni har stått ut och aldrig slutat tro på oss. Tack, Jennys mamma, för dina grammatiska ögon!

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Lär man sig någonting i laborationer i naturkunskap? Vi tror att laborationer har potentialen att öka intresset för naturvetenskap, att väcka nyfikenhet och lära elever att känna glädje av att lära sig naturvetenskap. Men hur är det med lärandet?

Laborationer har i vår erfarenhet planerats helt och hållet av läraren, och används i många fall slentrianmässigt. Många av de lärare vi har träffat verkar inte våga släppa kontrollen över sin undervisning. De använder en stor del av laborationen till att förklara instruktionerna, istället för att låta tiden vara till förfogande för utförandet av laborationen. Vi tror dessutom att många elever utför laborationen för att det är ett måste. Ingen tanke eller reflektion läggs ner på varför en laboration ska utföras – det blir bara en massa fylleriövningar för eleverna. Vi känner att undervisningen hade gynnats av mera elevplanering och ett mer öppet sätt att se på laborationer.

Det är dessa känslor som har lett oss till den undersökning vi ska genomföra: Vad är bäst? Genom vilken sorts laboration lär sig elever bäst? Öppna laborationer eller styrda laborationer? Öppna laborationer kännetecknas av elevplanering fast kräver mer tid för planering och utförande av laborationen, styrda laborationer är lärarstyrda och kräver inte så mycket tid. Vi inser att lärare känner av en stor tidsbrist, men vi tycker att det bör finnas någon annan anledning att föredra styrda laborationer än att de tar mindre tid av den avsatta undervisningstiden.

1.2 Varför laborationer?

Laborationer är en stor del av den naturvetenskapliga undervisningen. De hjälper eleverna att koppla teorin till praktiken, att samarbeta och kommunicera med varandra, att lära sig att använda instrument samt föra diskussioner om teorier som de har lärt sig. För oss spelar laborationer en viktig roll i undervisningen i alla åldrar, oavsett om det är enkla observationer eller svårare experiment. Sjøberg (2009) beskriver att naturvetenskapen handlar om saker som man inte kan se. Exempelvis ser man att växter suger upp vatten, men att de tar koldioxid ifrån luften går *inte* att se. Få elever förstår hur det går till och vilka biologiska och kemiska processer som ligger bakom det som gör att det blir en fullvuxen växt. Därför spelar

experiment och praktiskt arbete en viktig roll i naturvetenskapens undervisning för att möjligen göra det obegripliga begripligt för eleverna.

1.2.1 Styrdokument

Utvecklingen från en regelstyrd till en målstyrd verksamhet innebär att lärarna har fria händer vid utformningen av undervisningen för att nå de olika målen som står i läroplanen. Skolan ska bli en plats där människor utformas för att orientera sig i ett komplext samhälle. Nya, annorlunda arbetsplatser kräver samarbete, hantering av information, och kreativitet. Carlgren och Marton (2005) uttrycker att trots en ny läroplan fokuserar lärarna på vilka metoder de ska använda och hur undervisningen ska ske istället för *vad och hur mycket eleverna har lärt sig* genom att använda metoder som är relevanta i en viss undervisningssituation. Enligt skolverkets läroplan för gymnasieskolan, Lpf 94 (2006), ställer informationsområdet *”nya krav på människors kunskaper och sätt att arbeta”* (Skolverket, 2006, s. 5). I skolan kan eleverna utvecklas till att ta initiativ och ansvar för sitt arbete, samt att kommunicera och samarbeta med andra. Det ligger på läraren att skapa situationer som främjar elevernas lärande, både teoretiskt och praktiskt (Skolverket, 2006).

1.2.1.1 Ämnet Naturkunskap på gymnasiet

Ämnet naturkunskap i gymnasieskolan syftar till att beskriva världen ur en naturvetenskaplig synvinkel. Eleverna ska utveckla förmågor som att kunna ta ställning till olika samhällsfrågor som berör energi-, miljö-, och resursfrågor. Enligt kursplanen i naturkunskap är några av strävandemålen att eleven *”utvecklar sin förmåga att beskriva, förklara och förstå omvärlden ur ett naturvetenskapligt perspektiv, ... utvecklar sina kunskaper om vetenskapliga undersöknings- och forskningsmetoder och hur resultat kan presenteras”*, och *”utvecklar sin förmåga att förstå och använda naturvetenskapens språk och teoretiska begrepp”* (Skolverket, 2000a). Ämnet skall vara en blandning av *”teoretiska studier, observationer, experiment och fältstudier”* (Skolverket, 2000a).

Naturkunskap är ett obligatoriskt ämne i de nationella gymnasieprogrammen. Det betyder att alla gymnasieelever läser detta tvärvetenskapliga ämne, som bygger på biologi, kemi, fysik och teknik. Innehållet varierar från ett praktiskt program till ett teoretiskt program. På yrkesinriktade program läser man en bantad version av ämnet, och man arbetar med fler praktiska moment i undervisningen. Teori och praktik är på en högre nivå i de teoretiska programmen. Naturkunskap är uppdelad i Naturkunskap A och B. I Naturkunskap A ska

eleverna ha kunskap om ekologiska samband och kretslopp, energiomvandlingar och energiformer, hållbar utveckling och miljöproblem, samt kunskap om naturvetenskaplig historia, och de ska kunna skilja på värderande och faktabaserade ståndpunkter. Eleverna ska kunna planera och utföra enkla experiment med viss handledning och analysera och tolka resultaten (Skolverket, 2000b). I Naturkunskap B ska eleverna kunna beskriva olika fenomen på ett naturvetenskapligt sätt. De ska fördjupa sina grundkunskaper i biologi från molekylär nivå till organnivå, och i fysik, kemi och teknik. Eleverna ska ha kännedom om livsstilens betydelse för hälsa, organismens uppbyggnad och funktion, kemiska begrepp som används i vardagslivet samt kunna använda vardaglig fysik och teknik. Eleverna ska fortsättningsvis kunna planera och utföra enkla experiment, samt kunna rapportera muntligt och skriftligt (Skolverket, 2000c). Naturkunskap A läses av alla gymnasieelever på de nationella inriktningarna, medan Naturkunskap B är obligatorisk enbart för Samhällsprogrammet, dock är den valbar för alla elever.

I Naturkunskap A lär sig eleverna bland annat delar av fysiken, där verkningsgrad är en del av innehållet. Verkningsgrad är ett mått för att bestämma ett systems effektivitet – alltså hur stor nytta den tillförda energin till systemet gör (Gottfridsson, Jonasson & Lindfors, 2007). Det är en dimensionslös enhet och beräknas:

$$\text{Verkningsgrad} = \frac{\text{Nyttig energi}}{\text{Tillförd energi}}$$

Exempelvis får vi dagligen i oss energi genom den mat vi äter. En del av energin används till kroppens alla system och när kroppen rör sig. En del av energin förloras som värme. Människokroppens verkningsgrad är då den *del* av den tillförda energin (bränslet) som används till de processer som vår kropp behöver och det arbete (rörelse) vi utför.

1.2.2 Problemformulering

Uttryckt enligt kursplanerna i naturkunskap är laborationer ett obligatoriskt moment i undervisningen. Laborationerna genomförs med ett eller flera syften i åtanke, det kan till exempel vara praktiska och sociala syften – att eleverna ska lära sig att använda verktyg och inhämta data från mätinstrument, eller att eleverna ska utveckla ett gott samarbete i grupp. Dessa används ofta för att argumentera för laborationernas plats i undervisningen menar Sjøberg (2009).

Man antar att elever får en bättre förståelse för naturvetenskapliga fenomen och begrepp genom laborationer, men så är inte alltid fallet enligt Hult (2000) och Högström (2009). Kirschner och Huisman (1998), Wickman (2002) och Hofstein och Lunetta (2004) menar att elevernas begreppsförståelse hämmas av att instruktionerna är för detaljerade eller att de tekniska momenten av laborationen är alltför komplicerade. Redish (2003) och Kurten-Finnäs (2008) uttrycker en oro över att det inte finns någon tid över för elevers reflektion.

Det påstås av Kirschner och Huisman (1998), Wickman (2002), och Hofstein och Lunetta (2004) att elever inte kan lära sig naturvetenskapliga begrepp och fenomen genom laborationer på grund av att de är för strängt styrda av läraren. En styrd laboration innebär att läraren bestämmer hur laborationen är utformad, och eleverna ska oftast bara kunna följa instruktionerna de får. I en öppen laboration tillåts eleverna att vara delaktiga i planeringen, att själva utforska ett problem, och tolka och analysera resultaten. Innehållet i laborationerna kan vara det samma, men utformningen – öppen eller styrd – kan göra att laborationerna ser helt annorlunda ut. Eleverna följer ingen mall i en öppen laboration. Det kan finnas flera olika sätt att besvara det aktuella problemet, medan i en styrd laboration finns det oftast bara en väg att gå.

I och med att eleverna planerar själva blir utgångspunkten för öppna laborationer elevernas redan befintliga kunskaper, enligt Krajcik m.fl. (2000), Wickman (2002) och Högström (2009). I styrda laborationer behöver eleverna inte utgå ifrån sina tidigare erfarenheter, laborationen behöver inte ens ta upp sådant som den vanliga undervisningen tar upp. Ett öppet arbetssätt är en praktik som inte bara innebär mer elevfrihet utan även att elever blir medvetna om hur de lär sig, och blir därmed aktiva i sin inläring. Hittills kan det verka som att vi har målat upp en väldigt negativ bild av styrda laborationer. Frågan är vad som är positivt med styrda laborationer. Det finns flera sidor hos styrda laborationer som man inte får förglömma så som att styrda laborationer inte är särskilt tidskrävande. Styrda laborationer utgör en enkelhet för eleverna, de ställer inte högre krav på eleverna förutom att de ska kunna följa instruktioner och att de förhoppningsvis lär sig någonting av laborationen. Att planera laborationer är inte enkelt enligt Kurten-Finnäs (2008), och de kan ställa stora krav på skolans lokaler och utrustning – det kan vara svårt att veta vad som krävs av en laboration om man inte är van vid att planera en sådan. Vi har upplevt att schemaläggningar inte tillåter mycket mer tid än till styrda laborationer, om man vill nå de mål som finns beskrivna i kursplanerna. Resultaten vi kommer att erhålla från vår undersökning kommer definitivt att påverka vårt

eget yrkesutförande när det gäller planering av laborationer, och förhoppningsvis andra lärares val av frihetsgrad i laborationer i naturkunskap och naturvetenskap överhuvudtaget. Det blir ett försök i att balansera elevernas lärande mot den tid och de resurser man har till förfogande. Med utgångspunkt i ovanstående menar vi att denna undersökning om styrda och öppna laborationer i naturkunskap har relevans för området utbildningsvetenskap, och i förlängningen även området naturvetenskap.

1.3 Syfte

Studiens syfte är att jämföra *vad* eleverna lär sig i styrda respektive öppna laborationer om verkningsgrad i Naturkunskap A på Elprogrammet. Det utförs genom att jämföra elevernas förkunskaper med deras efterkunskaper då de har genomfört antingen en styrd eller öppen laboration, och att sedan analysera utfallet med ett variationsteoretiskt perspektiv. Studien utökas även med observationer av laborationer, samt vad eleverna talar om under det laborativa arbetet. Vilka aspekter av lärandeobjektet görs synliga efter den styrda respektive den öppna laborationen? Har eleverna någonting att vinna på att ha öppna eller styrda laborationer? Leder en öppen laboration till ökad förståelse eller lär de sig bättre i styrda laborationer? Tanken är inte att ändra på lärarnas praktik: En styrd laboration kanske passar bättre än en öppen laboration beroende på vilket avsnitt som behandlas. Vi vill belysa *vad* eleverna lär sig, vad de intresserar sig för, och vad de talar om när de laborerar i vår undersökning.

1.4 Uppsatsens disposition och metod

Uppsatsen är indelad i flera delar. I kapitel 2 går vi igenom den litteratur som är relevant för laborationer och lärande. Här tar vi upp vad en laboration är, vilka syften den kan ha, och om elever lär sig i laborationer. Så småningom ska vi precisera vårt problem. I kapitel 3 utvecklar vi en teoretisk utgångspunkt som används för analysen av vår studie, där vi beskriver ett variationsteoretiskt perspektiv på lärande.

I kapitel 4 följer en beskrivning av den metod som använts för studiens undersökning, följt av kapitel 5 där vi beskriver våra resultat samt vår databearbetning. I kapitel 6 diskuteras studiens resultat och metod utifrån litteraturen. I resultatdiskussionen försöker vi besvara våra frågor som vi ställer i problempreciseringen. I kapitel 7 förs en avslutande sammanfattning som ger en övergripande förståelse för hela studien.

Litteraturen som använts i detta arbete har vi sökt oss fram till först och främst med hjälp av Högskolan Kristianstads bibliotek, samt deras resurser via internet. Bibliotekets egna katalog och kanske främst Academic Search Elite/Ebsco är de två mest förekommande databaserna som har använts. Gällande de engelska artiklarna vi har använt oss av har de flesta varit svårtillgängliga via Högskolan Kristianstad bibliotek och då har vi använt oss av de elektroniska databaser som finns på Malmö Högskola bibliotek.

2. Litteraturgenomgång

Följande litteraturgenomgång ska behandla öppna och styrda laborationer. För att kunna ge en klar bild om vad de är behöver vi först och främst bestämma oss för vad en laboration är, och vilka syften det finns med laborationer. Därefter följer en genomgång av styrda och öppna laborationer, samt vilka skillnader som vi har funnit i forskning kring öppna och styrda laborationer. Då syftet som ligger till grund för arbetet är att undersöka lärande i styrda och öppna laborationer tas även lärande i laborationer upp.

2.1 Ett naturvetenskapligt arbetssätt

De naturvetenskapliga arbetssätten refererar till de metoder som naturvetare använder sig av i sin forskning. De studerar världen genom en speciell ”lupp”. Naturvetenskapen har inte ensamrätt på denna lupp, men den återfinns som oftast i naturvetenskaplig forskning med tanke på de experiment som genomförs i naturvetenskapliga studier, menar Sjøberg (2009).

Enligt Park, Jang och Kim (2009) och Sjøberg (2009) kan det i dagens undervisning ibland framstå som att det bara finns *en* naturvetenskaplig metod, ett slags recept som man följer steg för steg och har man följt det rätt, kan man vara säker på sin sak. De menar att så är inte fallet. Det finns oändligt många sätt att studera världen på. Ett naturvetenskapligt arbetssätt innebär att man studerar den naturliga världen; föreslår idéer och hypoteser; förklarar och ger skäl för sina resultat med hjälp av naturvetenskapliga modeller och teorier. Man söker grundläggande information och planerar undersökningar. Man ska kunna knyta sina resultat till det som redan är känt; man ska använda verktyg för att samla, analysera och tolka data. Undersökningarna kan vara enkla, de kan vara komplexa med en massa variabler (Kirschner & Huisman, 1998; Krajcik m.fl. 2000; Hofstein & Lunetta, 2004; Helldén, Lindahl & Redfors, 2005).

De naturvetenskapliga metoderna är en viktig del av undervisningen sedan 1960-talet då det gjordes många förändringar i undervisningen. Undervisningen gick från att vara produktorienterad till processororienterad. Produktorienterad undervisning bygger på argumentet att kunskaper, begrepp och teorier i naturvetenskapliga ämnen är viktiga både för individen och för arbetslivet (Sjøberg, 2009). Det betyder nödvändigtvis inte att undervisningsstilen i en produktorienterad undervisning är auktoritär, dock är den mycket innehålls- och föreläsningsrik (Redish, 2003). I en processororienterad undervisning ligger fokus på kunskap och förmågor om och i vetenskapliga metoder.

Varför ska man ha kunskap om de naturvetenskapliga arbetssätten? Vad har det för betydelse för undervisningen? Naturvetenskapliga observationer må utföras med speciella instrument och särskild mätutrustning som det krävs speciell undervisning i för att kunna använda, men samma utrustning och metoder förekommer i flera yrken och i vardagslivet. Dessa processer kan användas för problemlösning i allmänhet, och framställs som giltiga även om ämnenas innehåll förändras och snabbt föråldras, menar Sjøberg (2009). Glaesser, Gott, Roberts och Cooper (2009) talar om dess betydelse för lärande i naturvetenskap. Att förstå ett begrepp är inte bara att förstå den faktiska kunskapen, begreppen, lagarna och teorierna. Det är en vidare förståelse av hur man har nått fram till de resultat som naturvetenskapliga begrepp bygger på (Glaesser m.fl. 2009). Genom laborationer kan elever lära sig om de naturvetenskapliga metoderna då laborationer är en stor del av de naturvetenskapliga arbetssätten.

2.2 Vad är en laboration?

Enligt Sjøberg (2009) kan praktiskt arbete beskrivas med t.ex. experiment, försök, utförande, undersökning, övning, projekt och demonstration. Via material och utrustning, vid direkta studier av objekt och inte genom skriftliga källor, inhämtar elever egna erfarenheter. Miljön är inte heller en konstant; laborationen kan ske i ett laboratorium eller ute i fält. Laborationen kan vara kort, eller lång. Arbetet sker oftast gruppvis, såväl stora som små, och eventuellt arbetar man ensam.

De olika uttrycken för praktiskt arbete kan förvilla. Hult (2000) menar att de olika begreppen används slumpmässigt och oreflekterat. För Hult (2000) är experimentet en aktivitet där eleven ges tillfälle att pröva eller bekräfta en teori. Det är en träning i de naturvetenskapliga arbetssätten; i att mäta och observera. Sjøberg (2009) anser att genom ett experiment skapas en situation som kan studeras. Det finns klara förväntningar på vad som kan bli utfallet: en hypotes. Därefter utförs experimentet och av resultaten dras en slutsats i förhållande till hypotesen. Laborationen är ännu ett tillfälle att pröva eller bekräfta en teori. Hult (2000), Wickman (2002), Kurten-Finnäs (2008) och Sjøberg (2009) håller med varandra om att det som skiljer laborationen från ett experiment är att laborationen har ett lärandemål. Det är lärandemålet som utformar laborationen och bestämmer vilken sorts aktivitet som kan utföras.

På grund av dessa definitiva skillnader som Hult (2000) tar upp har vi bestämt oss för att ställa en definition för vad en laboration är. Uppsatsens definition är inspirerad av Hofstein

och Lunetta (2004): ”*science laboratory activities... [are] learning experiences in which students interact with materials and/or with models to observe and understand the natural world.*”(s. 31.)

2.3 Syften med laborationer

Det finns ett flertal syften som används för att bestämma vad laborationerna ska användas till. Vissa motiv eller syften motiveras genom att elever i dagens skola inte har samma möjligheter att plocka isär, laga och skruva så som elever hade tidigare, menar Hult (2000). Enligt Högström (2009) är vissa motiv till för att främja elevers lärande om och i naturvetenskap. Frågan som man bör ställa sig är vad laborationerna kan ge som inte den vanliga teoretiska undervisningen kan ge.

Vi har delat in motiven i fyra områden: *teoretiska; praktiska; sociala; och pedagogiska motiv*, för att lättare kunna följa vilket sorts syfte som finns för laborationer. Motiven som vi tänker gå igenom är syften som vi i litteraturen har funnit förekommande i planering och utförande av laborationer, oavsett om de fungerar eller ej.

De *teoretiska* motiven handlar i första hand om att sätta teorin i praktiska former – antingen för att visa hur sanna teorier och samband är (Redish, 2003; Sjøberg, 2009) eller för att visa skillnaden mellan modell och verklighet (Sjøberg, 2009). Man kan tänka sig att de fungerar väl om man beaktar talesättet att ”teori och praktik är beroende av varandra”. Dock menar Kirschner och Huisman (1998) i sin genomgång av motiv för laborationer att problemet ligger i att många lärare gynnar antingen teorin eller det praktiska. Hur mycket ska eleverna göra själva bara för den skull att eleverna ska arbeta praktiskt då kända samband och lagar, samt skillnader mellan modell och verklighet snabbt kan demonstreras av läraren? Ett annat misstag som görs i samband med de teoretiska motiven är att läraren sätter eleverna till att själva härleda lagar och samband under laborationen, som ibland presenteras som ”*en slags kopia av 'verklig vetenskap'*” (Sjøberg, 2009, s. 395). Att generalisera fram bevis må vara en del av den naturvetenskapliga verksamheten, men det krävs mer än *ett* experiment. Mer än så har eleverna oftast inte tid för under laborationstillfället. Eleverna ska inte behöva göra vetenskapen själva, utan de ska lära sig om hur man gör vetenskap genom användandet av laborationer (Kirschner & Huisman, 1998).

De *praktiska* motiven används för att lära och ge eleverna förtrogenhet med den laborativa utrustningen (Redish, 2003; Sjøberg, 2009). Det laborativa arbetet utvecklar elevernas metodiska och problemlösande förmåga – att veta hur man kombinerar teori, komponenter, instrument och verktyg till ett fungerande system (Glaesser m.fl. 2009), och hitta och lösa fel i ett tekniskt system (Högström, 2009; Sjøberg, 2009). Dessa motiv diskuterar Kirschner och Huisman (1998), och Hofstein och Lunetta (2004) i sina arbeten och de är ense om att de praktiska motiven är fruktbare motiv för laborationer. Minns John Deweys slagord ”learning by doing” - lära sig genom att göra.

De *sociala* motiven utgår ifrån att självförtroende och samarbete förbättras genom laborativt arbete. Den sociala kompetensen ska höjas då eleverna får arbeta tillsammans och relationer mellan elever och lärare utvecklas och förbättras (Hofstein, Nahum & Shore, 2001; Sjøberg, 2009). Arbetet kan hjälpa eleverna att lita på sina egna observationer och därmed sin egen förmåga (Kurten-Finnäs, 2008; Högström, 2009; Sjøberg, 2009). I Hofstein, Nahum och Shores (2001) undersökning om hur lärandemiljön utvecklas i laborationer framkommer att laborationer har positiv inverkan på sociala relationer, såväl elevrelationer som lärar-elevrelationer, samt att samarbetet förbättras. Den mindre formella atmosfären, jämfört med klassrummet, i samband med interaktion mellan lärare och elev, har förmågan att öka samarbetsförmågan och den sociala kompetensen hos eleverna, och skapar en positiv lärandemiljö (Hofstein, Nahum & Shore, 2001).

Slutligen kommer vi in på de *pedagogiska* motiven. Dessa motiv ligger närmre vårt syfte för vår egen undersökning. Möjligtvis kan det diskuteras om att de föregående kategorierna är underordnade denna kategori. Några av dessa motiv har med kunskap och begreppsförståelse att göra (Schulz & McRobbie, 1994; Högström, 2009; Sjøberg, 2009) – att dessa utvecklas genom arbetet i laborationer. Andra ska användas för att utveckla förståelse för naturvetenskapliga metoder och processer (Kirschner & Huisman, 1998; Redish, 2003; Högström, 2009), samt locka eleverna till kritiskt och analytiskt tänkande (Hult, 2000) genom exempelvis utvärdering om och varför resultaten eleverna erhåller är sanna eller falska. Sist, men inte minst, kan laborationerna utveckla positiva attityder för de naturvetenskapliga ämnena (Schulz & McRobbie, 1994; Högström, 2009; Sjøberg, 2009) då eleverna får chansen att göra något praktiskt av den teoretiska och mycket abstrakta kunskap som de blir tilldelade under teoripassen.

Lindahl (2003) fann i sin longitudinella studie *Lust att lära naturvetenskap och teknik?* att laborationer är ett bra redskap för att elever ska känna att naturvetenskapen är intressant och att de ökar motivationen och lusten hos eleverna. Långt mer än så verkar de pedagogiska motiven inte nå. Flansburgs undersökningar gällande prestationer i ämnet fysik visar att laborationerna hade ingen eller väldigt liten effekt på studieresultatet (refererad i Hult, 2000). Elever som hade laborerat presterade inte bättre än elever som inte hade laborerat. Det kan bero på ett antal saker. En möjlig anledning är att elever inte kan lära sig direkt av att observera, enligt Högström (2009). Elever och lärare är fullt upptagna med de tekniska delarna av arbetet. Det framgår i Kirschner och Huisman (1998), Wickmans (2002) och Hofstein och Lunettas (2004) studier att laborationer i skolan ofta består av tekniskt komplicerade moment, som antingen kräver mycket förberedelse, eller så är instruktionerna otillräckliga. Även alltför detaljerade instruktioner är ett hinder för lärandet. Eleverna resonerar inte om vad de sysslar med, utan slutför bara uppgifterna mekaniskt. Vidare uppmärksammar Högström (2009) i sin studie om lärares mål med laborationer att lärare inte framför syftet särskilt bra för eleverna. Oftast tror eleverna att målet med laborationen är att använda mätinstrument och att läsa av dem. De förstår inte och ifrågasätter inte sambandet mellan syftet med undersökningen och hur experimentet är uppbyggt. Enligt Hofstein och Lunetta (2004) innebär en laboration för många elever att hantera instrument, inte att hantera idéer.

En annan orsak är elevernas uppfattning om hur mycket laborationen påverkar slutbetyget. Laborationer har inte så stor påverkan på det totala betyget (Sjøberg, 2009) och ses av eleverna som isolerat från resten av undervisningen (Kirschner & Huisman, 1998). Då slutprov ofta bara behandlar teoretiska kunskaper (Sjøberg, 2009) är det inte underligt att eleverna fokuserar på andra delar av undervisningen än just det praktiska arbetet. Det är möjligt att utvärdera det laborativa arbetet på andra sätt än genom skriftliga kunskapstester, vilket både Krajcik m.fl. (2000) och Sjøberg (2009) föreslår.

Sammanfattningsvis är de praktiska och sociala motiven väl användbara för laborationer. Även de teoretiska motiven håller bra, så länge som läraren inte får det att framstå som att eleverna är forskare och att det de håller på med i laborationen är riktig vetenskap. Men när det gäller de pedagogiska syftena – om eleverna tar åt sig innehållet i laborationerna – så faller planen oftast. Elever lär sig inte fakta, teori och modeller särskilt bra genom

laborationer, vilket kan ha en grund i att laborationer inte är av stor vikt i slutbetyget, eller att det inte finns tillräckligt med tid i laborationerna för att ta åt sig teorin.

2.4 Styrda och öppna laborationer

När laborationer infördes i den naturvetenskapliga undervisningen i slutet av 1800-talet i England uppstod debatter om hur laborationen skulle se ut (se Hult, 2000). Henry Edward Armstrong, förespråkare för laborationer, ville att laborationerna skulle vara ett tillfälle för de studerande att genomföra experiment själva, där experimenten skulle vara utformade på ett sådant sätt att de kunde upptäcka på egen hand, och behandla sådant som de inte redan kunde. Detta arbetssätt blev efterhand kritiserat. De studerande skulle istället experimentera mindre, experimenten skulle vara uppbyggda så att eleverna skulle få se teorin fungera i praktiken (se Hult, 2000). Laborationerna gick från att vara öppna till att vara styrda, med förutbestämda svar.

Styrda laborationer var under större delen av 1900-talet den mest dominerande formen av laborationer enligt Löfdahl (1987) och Hofstein och Lunetta (2004). I slutet av 1900-talet började öppna laborationer införas i undervisningen, dels på grund av att konstruktivismen¹ gjorde sitt framtåg, menar Krajcik m.fl. (2000), men också på grund av den förändring som skedde i skolans läroplaner och kursplaner där det lades nytt fokus på elevdemokrati och elevplanering och man betonade *processen* framför *produkten*, enligt Sjøberg (2009).

2.4.1 Styrda laborationer

Styrda laborationer kallas emellanåt för kokboksrecept (se Hult 2000; Redish, 2003; Hofstein & Lunetta 2004; Kurten-Finnäs 2008) och det är befogat. En styrd laboration är oftast uppbyggd så att läraren har i förhand planerat och förberett det mesta för laborationen, och instruktionerna består som oftast av detaljerade punkter som prickas av efterhand. Ibland krävs det av eleven att han eller hon svarar på några frågor som handlar om direkta observationer och inte så mycket om förståelse. En styrd laboration utmärks av att instruktionerna är tydliga och noggranna; läraren styr och är aktiv i klassrummet; samt att material och instrument är förbestämda och lätt för eleverna att plocka och sätta ihop.

¹ Konstruktivismen inom pedagogiken utgår ifrån att eleverna själva konstruerar sina kunskaper, och utgår ifrån sina egna erfarenheter.

I styrda laborationer krävs det ett rätt svar och upplägget ska förhindra att slutresultatet blir fel, samt att det blir plats för fler laborationer (Kurten-Finnäs, 2008). Vidare menar Kurten-Finnäs att styrda laborationer har vuxit fram ur undervisningens beroende av läromedel, där laborationsuppgifter är utförligt beskrivna för enkelhetens och tidens skull.

2.4.2 Öppna laborationer och frihetsgrader

Joseph J. Schwab utvecklade en matris för att bestämma styrningsgrad i experimentella uppgifter (refererad i Löfdahl, 1987), se tabell 1. Laborationer kan utformas med hjälp av Schwabs modell för att variera frihetsgraden. En laboration av frihetsgraden noll har givna problem, utförande och svar. Med frihetsgraden ett så är svaret öppet. Laborationer av frihetsgrad noll och ett är den sortens laborationer som kallas för styrda. Däremot när endast problemet är givet eller om eleverna får undersöka ett eget problem, med frihetsgraden två respektive tre, så kallas laborationen för öppen.

Frihetsgrader	Problem	Genomförande	Svar
0	Givet	Givet	Givet
1	Givet	Givet	Öppet
2	Givet	Öppet	Öppet
3	Öppet	Öppet	Öppet

Tabell 2.4.2. Schwabs matris för frihetsgrader.

En styrd laboration har alltså givna problem, genomföranden och svar. Öppna laborationer låter elever planera antingen ett givet problem eller ett eget problem och svaret är inte givet! Betydelsen av att svaret är öppet kan diskuteras. Det kan betyda att det kan finnas ett korrekt svar till det givna problemet, men att läraren inte bistår med svaret innan eleverna själva har funnit det. Det kan naturligtvis också betyda att det kan finnas flera svar, och att det kanske finns flera tillvägagångssätt för att nå svaren som inte är tillgängliga i en styrd laboration, menar Glaesser m.fl. (2009). På ett tredje sätt kan det betyda att det är tillåtet att få fel svar! Experiment kan gå fel. Kirschner och Huisman (1998) har uppmärksammat att det inte är ovanligt att lärare utvecklar en repertoar av experiment så att läraren kan känna sig säker på att alla elever når samma svar. Om experimentet misslyckas är det intressant att förklara och förstå varför det gick fel, innan man bestämmer sig för att göra om det.

Utmärkande för en öppen laboration är de faser som eleven måste genomgå för att kunna genomföra sin undersökning. Först kommer planerings- eller designfasen. Eleverna formulerar frågor och hypoteser som ska vara till hjälp för undersökningen, varvid experimentet tar form. Därefter kommer den verkställande fasen, eleverna genomför sin undersökning; mäter, observerar och antecknar data. Tredje fasen är den analyserande och tolkande fasen, eleverna organiserar sina data och drar slutsatser. En fjärde fas, den tillämpande fasen, låter eleverna tillämpa sina nya kunskaper på nya situationer, och att redovisa sina resultat. Hofstein och Lunetta (2004) och Kurten-Finnäs (2008) har insett att en öppen laboration ger eleverna chansen att formulera nya hypoteser, och att ta upp nya frågor som uppkommit under laborationen. Alla dessa fyra faser är inget måste för en öppen laboration, men det som är speciellt för den öppna laborationen är planeringsfasen där eleverna själva planerar och utför laborationen.

2.4.3 Funna skillnader mellan öppna och styrda laborationer

Av vår egen sparsamma erfarenhet av öppna laborationer blev vi förvånade över att det fanns så mycket information och studier vi kunde hitta på nätet om just öppna laborationer. Det vi visste om öppna laborationer var att de var ovanliga i undervisningen och att den enda nämnvärda skillnaden från en styrd laboration var att eleverna fick själva planera metod och upplägg, och möjligtvis skapa egna frågeställningar. Tanken på att eleverna själva skulle planera sina laborationer var minst sagt skrämmande, men efterhand som vi själva började planera laborationer för oss själva och med elever i vår verksamhetsförlagda utbildning upptäckte vi att det inte var så svårt som man först trodde. Intresset för vilka skillnader som finns mellan öppna och styrda laborationer ökade. Då frihetsgrader var ett nytt koncept för oss, trodde vi att litteraturen vi skulle finna skulle vara relativt nyskriven, och därmed lätt att få tag på, men vi fick snabbt lära oss att så var inte fallet. Öppna laborationer är inget nytt för den pedagogiska forskningen inom naturvetenskap. Tvärtom, själva frihetsgradskonceptet som vi har beskrivit i tabell 2.4.2 tillhör professor Joseph J. Schwab, verksam mellan 1925 och 1974 i USA vid Chicagos Universitet med ett flertal artiklar på undervisning och styrdokument i naturvetenskap (Wesley Null, 2003).

Istället har vi försökt begränsa oss till den senare tidens forskning kring laborationers frihetsgrader, och läst om hur de bland annat har påverkat förståelse och motivation och mycket mer. För en mycket grundligare genomgång av den forskning som finns gällande laborationer och frihetsgrader föreslår vi att man läser Kurten-Finnäs doktorsavhandling från

2008, *”Det var intressant, man måste tänka så mycket”* som handlar om just öppna laborationer. I det underlag vi har valt ut fokuserar forskningen på ett par delar av det laborativa arbetet nämligen: arbetssätt; och kunskap och förståelse.

Arbetssättet i öppna laborationer skiljer sig stort från det i styrda laborationer. Eleverna tar över en del av lärarens arbete genom att till exempel formulera egna frågeställningar och/eller utveckla ett tillvägagångssätt som leder till resultat. Enligt Wolf och Fraser (2008) kommer elever som är vana vid ett styrt arbetssätt till en början att ha svårt att arbeta med öppna laborationer. Det är inte så svårt att förstå att det är krångligt att gå ifrån ett arbetssätt som innebär att man till exempel fyller i förtryckta tabeller eller grafer, och sätter ihop uppställningar som redan finns uppställda framme på katedern, till att själva försöka komma på hur man exempelvis kan undersöka saltkoncentrationen i potatis. I vissa fall handlar det inte om tillvägagångssättet, utan kanske om vad det är som är mätbart, vilka variabler det är som egentligen inverkar på experimentet man är satt till att utföra. Kreativitet och nyfikenhet är två av förmågorna som krävs av eleverna i öppna laborationer och Kurten-Finnäs (2008) beskriver hur eleverna börjar använda sin kreativitet och nyfikenhet och kan känna ett ägandeskap till laborationen. Laborationen blir elevernas egen, inte något som läraren har bestämt att de ska göra.

Krajcik m.fl. (2000) går i sin artikel igenom olika problem som elever stöter på i planering av egna undersökningar, samt vid utförande och tolkning av resultat. I arbetet med öppna laborationer, till skillnad från det styrda, behöver eleverna mer faktakunskap och kunskap om hur man använder laborativa verktyg. Öppenheten ställer höga krav på samarbetsförmågan och elevernas egen motivation till att arbeta öppet. Elevgrupperna tar inte gemensamt ansvar, utan arbetar så som eleverna gör i de styrda: en antecknar, en utför experimentet och resten tittar på. Under laborationernas gång är eleverna slarviga och antecknar inte sina resultat systematiskt. Vidare är eleverna lata under det öppna arbetssättet och gör inte egna grafer, tabeller eller diagram, så som i styrda laborationer där det specifikt brukar efterfrågas. Speciellt svårt har eleverna för analys och tolkning av data – eleverna lutar sig på sina vardagsföreställningar, och försöker skapa logiska samband som inte har så mycket med deras data att göra.

Av detta drar vi slutsatsen av att det handlar om vana – att ett öppet arbetssätt är inte lönt att använda då och då, utan det är snarare en metod man får bestämma sig för att man ska

använda i det laborativa arbetet för att det ska ge effekt. Hofstein, Nahum och Shore (2001) ger stöd till detta. Deras studie pågick under tre år, vilket ger gott om tid för eleverna att vänja sig vid arbetssättet. Eleverna i undersökningen uttryckte att samarbete var uppskattat och att de fick ut mer av samarbetet än i styrda laborationer. Eleverna upplevde dessutom att de lärde sig mera i de öppna laborationerna, att eleverna fick större inflytande i undervisningen, samt att de öppna laborationerna var integrerade med den vanliga undervisningen. De elever som utförde styrda laborationer i undersökningen hade inte alls samma inställning till grupparbetet, och upplevde inte heller att de hade inflytande på den vanliga undervisningen.

Denna känsla av att laborationerna är en del av den vanliga undervisningen tar även Kurten-Finnäs (2008) upp: ”*Öppna laborationer i den naturvetenskapliga undervisningen representerar ett holistiskt synsätt på laborationerna*” (s. 22). Det handlar om att få en balanserad blandning av teori och praktik, att den vanliga undervisningen kan bygga på de öppna laborationerna, att man vid teorilektionerna tar nytta av laborationerna och att laborationerna får hjälp av teorin. Styrda laborationer kan utföras utan att eleverna har någon förkunskap eller insikt i hur de ska gå tillväga, då instruktionerna ger dem allt de behöver för att fullfölja laborationen. Vi tror att detta orsakar att laborationen hamnar utanför undervisningen, att eleverna inte tar laborationen på allvar då den inte har någon eller liten påverkan på resten av undervisningen.

Som vi tidigare har nämnt är elevernas begreppsförståelse och kunskaper i naturvetenskap svårutvecklade genom det laborativa arbetet. De laborationer detta gäller är vanligtvis de styrda laborationerna. I forskning om öppna laborationer verkar det vara tvärtom. Elevernas förståelse och kunskaper utvecklas genom det öppna arbetet, visar till exempel studier som Schulz och McRobbie (1994), Krajcik m.fl. (2000), Kurten-Finnäs (2008) samt Glaesser m.fl. (2009) har gjort. Att eleverna måste lösa uppgifterna själva, med hjälp av sina tidigare kunskaper och genom att uttrycka sina alternativa föreställningar eller vardagsföreställningar, verkar vara en bra grogrund för elevernas förståelse- och kunskapsutveckling. Detta tycker sig Kurten-Finnäs (2008) inte kunna se i elevernas arbete i styrda laborationer. Till stor del verkar de styrda laborationerna inte ställa några stora krav på elevernas förkunskaper, om vare sig fenomenet eller metoden i laborationerna, och utmanar inte elevernas egna föreställningar.

Då eleverna får utforma sina egna experiment är det inte så underligt att de utgår från tidigare kunskaper och utmanar sina egna föreställningar om vetenskapen. Skulle styrda instruktioner

kunna göra det? Ja, enligt Trundle, Atwood, Christopher och Sackes (2010) verkar det så. Amerikanska elever i åttonde klass (motsvarande åldern i en svensk sjunde klass) fick i uppgift att observera månens faser. Det låter som en öppen uppgift i sig, men de fick ytterligare instruktioner som gav eleverna i uppgift att ordna faserna och upptäcka mönster i sina observationer. Genom instruktionerna infördes de kända begreppen om månens faser och om månens sekvenser, fast eleverna fick i uppgift att beskriva sina egna observationer med hjälp av dessa, för dem nya, begrepp. De utförde även en laboration som var detaljrikt instruerad, där eleverna skulle hålla en boll på armlängd från huvudet. Bollen representerade månen, huvudet jorden, och en ljuskälla på avstånd representerade solen. Författarna uttrycker att instruktionerna var styrda ("guided"), men att läraren inte var styrande utan handledande i elevernas arbete. Resultatet blev att eleverna till största del övergav sina egna föreställningar, och kunde beskriva och förklara månens faser och sekvens på ett naturvetenskapligt sätt. Det som vi tycker oss se i instruktionerna är att de är utformade på ett sådant sätt att eleverna blev tvungna att diskutera sina egna föreställningar i avsikt att de skulle avfärda dem i fördel för mer vetenskapliga förklaringar, då de skulle förklara orsak och samband i månens faser.

2.5 Lärande genom laborationer

En utgångspunkt för forskningen om den naturvetenskapliga undervisningen enligt Helldén m.fl. (2005) och Glaesser m.fl. (2009) är den begreppsförståelse, eller vardagsföreställningar som eleverna har. Många av föreställningarna är utbredda även bland vuxna, som till exempel att i det vardagliga livet vet vi att "solen går upp på morgonen", men enligt vetenskapen så är det jorden som snurrar; eller att vi vet att "vi förbrukar energi", men egentligen är energin alltid bevarad (Sjöberg, 2009). Dessa är exempel på alternativa föreställningar. Undervisningen bör inte ha som syfte att peka ut dessa inkorrekt föreställningar, för i vardagen så är det inget fel på dem, menar Madsén (1999). Man bör istället utveckla en undervisning som gör det möjligt för elever att ta till sig de naturvetenskapliga begreppen.

Trundle m.fl. (2010) och Madsén (1999) har fått uppfattningen av att det verkar som att en traditionell undervisning har svårt att ändra elevernas begreppsförståelse. Med traditionell undervisning menar vi att eleven är passiv i sitt eget lärande, att information är tänkt att överföras direkt från läraren via föreläsningar eller något annat medium som läraren kan tänkas använda. Istället vill man att eleverna ska konfrontera sina alternativa föreställningar,

att bygga på deras ursprungliga och intuitiva idéer (Helldén m.fl. 2005; Trundle m.fl. 2010). Det krävs att eleverna är villiga att kritiskt jämföra sina egna föreställningar med de naturvetenskapligt accepterade. Enligt Högström (2009) och Trundle m.fl. (2010) är metakognition ett viktigt verktyg i omkonstruktionen av kunskap och metakognition kräver mycket tid. Metakognition innebär att reflektera om sitt lärande eller att tänka om sitt tänkande (Redish, 2003; Sjøberg, 2009). Det framhålls att alltför lite tid läggs på denna del av undervisningen (Hult, 2000; Redish, 2003; Kurten-Finnäs, 2008). Enligt Krajcik m.fl. (2000) och Högström (2009) kan eleven få större förståelse för naturvetenskapen i samtalen med kamrater och lärare. Dessa samtal måste tillåtas ta tid, och det är av vikt att ta upp relevanta diskussioner i klassen före, under och efter laborationen (Hult, 2000; Krajcik m.fl. 2000; Kurten-Finnäs, 2008). Redish (2003) upplever att lärare skickar iväg elever från slutförda laborationer med förhoppning om att de tar itu med tänkandet utanför klassrummet.

2.5.1 Kriterier för meningsfullt lärande

Eleverna behöver ha positiva inställningar till naturvetenskapen och känna att det är av intresse att lära sig mera; laborationerna får de inte vara för svåra och ha alltför tekniskt krävande moment (Hult, 2000; Kurten-Finnäs, 2008). Wickman (2002) har erfarit att laborationer har en tendens att befinna sig långt ifrån elevernas vardag och deras egna uppfattningar om naturen. Innehållet måste vara av intresse för eleverna, ha en verklighetsanknytning och relatera till deras befintliga kunskaper. Eleverna ska kunna känna att de har kontroll över sina aktiviteter. Laborationerna får inte heller vara för lätta då risken är att eleverna mekaniskt slutför uppgifterna.

Laborationer har förmågan att få elever att känna att den praktiska delen av naturvetenskap är intressant. Helldén m.fl. (2005) uttrycker sig på detta vis om arbetet *Lust att lära naturvetenskap och teknik* av Lindahl: "Det är tydligen någonting i arbetet med laborationer som eleverna upplever som positivt och stimulerande. Detta gäller även elever som annars uttryckte ett svalt intresse för naturvetenskap" (i Helldén m.fl. 2005, s. 67). Det gäller att ta tillvara på elevernas intresse och utveckla undervisningen för att binda samman teori och praktik, med förhoppning om att elevernas glädje för laborationer kan komma att innebära glädje för den teoretiska delen också. Elevernas självuppfattning är en av de grundläggande faktorerna för lärande. Eleverna måste tro på sin egen förmåga för att kunna lära sig det de är satta att lära. Att eleverna blir medvetna om sina egna föreställningar och att läraren tar deras

idéer på allvar, är förutsättningar för att eleverna ska kunna bilda ett bättre självförtroende enligt Madsén (1999).

Sammanfattningsvis kan vi säga att receptet för ett meningsfullt lärande i en laboration är att ämnet ska vara intressant för eleverna och ha en verklighetsanknytning. Lärarna ska utgå från elevernas tidigare kunskaper och ta deras idéer på allvar som gör att motivation och självförtroende ökas.

2.6 Sammanfattning

Det naturvetenskapliga arbetssättet kan beskrivas med hjälp av metoder som naturvetare använder sig av i sin forskning, där man studerar det naturliga världen och förklarar resultatet med hjälp av naturvetenskapliga modeller och teorier. Laborationer är en stor del av de naturvetenskapliga arbetssätten. I laborationer lär sig elever om metoder för naturvetenskapliga undersökningar. Dessa metoder kan vara användbara både i yrkesliv och vardagsliv.

En laboration definieras som ett lärandetillfälle där elever i interaktion med material och modeller observerar och förstår den naturliga världen. Laborationens utformning bestäms av syftet som kan vara teoretiska eller pedagogiska motiv; sociala eller praktiska motiv. Syftet måste vara tydligt för eleverna för att lärande ska ske. Eleverna kan utvecklas socialt med laborationerna, och få bättre attityd till naturvetenskap. Kunskap och begreppsförståelse kan utvecklas genom arbete i laborationer samtidigt som elevernas kritiska och analytiska tänkande utvecklas.

Laborationer kan vara styrda eller öppna. Styrda laborationer planeras av läraren och har detaljerade instruktioner som kan vara ett hinder för lärandet. Elever missförstår ofta syftet med laborationen och tror att de enbart behöver utföra instruktionerna och att lära sig att använda instrument och avläsa dem. Det finns variationer av frihetsgrader som ger möjlighet till att eleverna själva planerar laborationer. Kreativitet och nyfikenhet är krav som ställs på eleverna i en öppen laboration. Eleverna upplever att de i en öppen laboration får ut mer av samarbetet, lär sig mer och får större inflytande i undervisningen. Styrda laborationer ställer inte stora krav på elevernas förkunskaper, medan en öppen laboration kräver tidigare kunskaper för att elever ska kunna planera och genomföra laborationen.

I undervisningen vill man att eleverna ska konfrontera sina vardagsföreställningar och jämföra dem med de naturvetenskapligt accepterade. Elever behöver tid och reflektion för att kunna omkonstruera sina kunskaper. Eleverna måste ha tro på sig själva, vara motiverade, och tycka att naturvetenskap är roligt och intressant för att de ska kunna ta till sig de lagar, teorier och modeller som naturvetenskapen vilar på.

2.7 Problemprecisering

Som framgår av litteraturgenomgången visar den mesta av forskningen att i styrda laborationer verkar det som att eleverna bara följer instruktioner och inte reflekterar över vad de håller på med. I öppna laborationer får eleverna möjlighet att använda sin kreativitet och nyfikenhet, vilket kan vara en god grund för att lärande ska ske. Vi vill veta vad elever lär sig om ett lärandeobjekt och vad deras lärande fokuserar på under styrda respektive öppna laborationer. Studiens frågeställningar blir då följande:

- Vilka aspekter av lärandeobjektet verkningsgrad i undersökningen görs synliga vid en styrd respektive en öppen laboration om verkningsgrad i Naturkunskap A?
- Är det någon skillnad i lärande vid en öppen respektive en styrd laboration om verkningsgrad i Naturkunskap A?
- Går det att dra slutsatser om vilket av arbetssätten som ger mer kunskaper i de olika undervisningssituationer som tillämpas inom ramen för denna undersökning?

3. Teoretisk utgångspunkt

3.1 Studiens teoretiska utgångspunkt

Utgångspunkten för denna studie är variationsteorin som utvecklades från fenomenografin. Inom variationsteori läggs fokus på ett lärandeobjekt, det vill säga något som läraren vill att eleven ska lära sig. Olika individer uppfattar ett fenomen eller en situation på olika sätt, vilket beror på att man urskiljer olika aspekter av detta. Läraren kan hjälpa eleverna att förstå något genom att skapa en undervisningssituation där man lyfter upp olika aspekter av ett och samma lärandeobjekt. Variation i undervisningen är av stor vikt för elevernas lärande.

3.1.1 Variationsteorin

Forskningsinriktningen fenomenografin skapades på 1970-talet av en forskningsgrupp vid Göteborgs universitet under ledning av professor Ference Marton. Här studerade man människors uppfattningar av avgränsade fenomen och objekt i deras omvärld. Utvecklingen av denna ansats flyttade fokus från metoder som lärare använder vid klassundervisningen till vad eleverna lär sig berättar Carlsson (2002). Individer förstår och hanterar ett problem eller en situation på olika sätt. Det ses som en förmåga att uppfatta något på ett särskilt sätt. Personers kvalitativt olika sätt att *erfara* samma fenomen eller objekt är grunden för fenomenografin. Marton och Booth (2000) beskriver att forskningens resultat är variationen av uppfattningar som redogörs i form av kvalitativt olika beskrivningskategorier.

Resultat från fenomenografiskt inriktad forskning låg till grund för utvecklingen av variationsteorin som en lärandeteori. Man värdesätter variationen av erfalande – vilka olika sätt det finns att förstå ett visst objekt eller fenomen som utgångspunkt för att främja lärande och utveckling av undervisning. Vikström (2005) uppger att om lärande om ett objekt ska ske i en viss situation måste den lärande *erfara* om det. Att *erfara* kan beskrivas som det man ser och tolkar i ett visst ögonblick. Man stöter på ett fenomen eller en situation, men man kan inte se alla aspekter samtidigt – man urskiljer och fokuserar på vissa delar (Gustavsson, 2008). För att man ska urskilja måste man se en variation; om det inte sker någon urskiljning blir det ingen inläring (Vikström, 2005). Marton och Booth (2000) uttrycker att när en elev ska lära sig om ett lärandeobjekt, ska hon urskilja olika delar för att sedan se det som en helhet. Hon måste urskilja helheten från ett sammanhang innan hon kan lägga märke till olika delar och deras relation till helheten. Ett exempel på detta skulle kunna vara hur man lär sig om verkningsgrad. Som vi tänker oss är objektets olika delar tillförd energi, nyttig energi och

arbete. När man ser deras relation till varandra, då ser man helheten – att verkningsgrad är en andel av hur mycket av den tillförda energin gör nytta – det arbete som utförs.

3.1.1.1 Olika sätt att lära sig

Marton och Booth (2000) benämner lärande som *icke dualistiskt*, vilket betyder att kunskap finns varken innanför eller utanför individen, utan i relationen mellan människa och omvärld. När man får kunskap om objekt och fenomen i omvärlden upplever man den på ett nytt sätt.

Marton och Booth tar upp en tidigare studie av Marton, Beatuy & Dall'Alba (se Marton & Booth, 2000) som handlar om att identifiera hur olika studenter lär sig och som visar att det finns *kvalitativa skillnader* i lärandet. Med detta menar de att eftersom vi människor är olika betraktar vi en och samma situation på flera olika sätt – vi har olika uppfattningar om en situation. Detta kan bero på vilka saker man fokuserar på – vissa förstår budskapet, vissa missförstår det helt. Författarna antar att det som ligger bakom sättet att man inte lär sig på samma sätt vilar på olika grunder såsom olika situationer och olika miljöer man har växt i. Vid den textläsning som utförs av olika studenter i studien sammanfattar författarna studenternas uppfattningar av lärande på följande sätt (se Marton & Booth, 2000, s. 57-61):

- att utöka sin kunskap i form av fakta och information [A], lärandet betraktas ur en kvantitativ synvinkel;
- att memorera och återge [B], att banka in det, att lära sig utantill
- att tillämpa [C], den utökar den första gruppen men det är inte klart i vilka sammanhang de ska använda kunskapen
- att förstå [D], här betraktar de lärande lärandet framför allt som något som de kan koppla till sin egen verklighet, de granskar saker och ting på ett kritiskt sätt och ser lärandet från olika synvinklar
- att se på något på ett annat sätt [E], här breddas lärandet, de lärande får ett dynamiskt synsätt på världen
- att förändras som människa [F], förutom att se meningen med lärandet, ser man lärandets effekter

Ur ovanstående punkter sammanfattar författarna till två olika kategorier på hur elever uppfattar lärandet:

- De lärande fokuserar på fakta och information för att möjligtvis kunna återge dem vid ett annat tillfälle (A, B, C)

- De lärande fokuserar på att upptäcka innebörden i uppgifterna, förknippar det till tidigare kunskaper och till verkligheten. De ser en mening med lärandet (D, E, F).

Sättet att uppleva saker kan studeras på grupp- eller individnivå. Om man jobbar i grupp är variationen fördelad mellan individer och för att inläring ska ske måste individerna i gruppen komplettera varandra.

3.1.2 Variationsteoretiska begrepp

3.1.2.1 Variation

För att kunna urskilja något måste man se fenomenets variation – hur det skiljer sig från något annat (Gustavsson, 2008). Här följer några exempel: om ett barn ska lära sig ”vad en hund är” måste man ge skilda exempel på ett och samma begrepp. Man ska ha olika bilder av hundar för att barnet ska kunna *urskilja* och förstå att det är en hund. Då har barnet möjlighet att få ett begrepp. Man har samma objekt men varierar grundegenskaperna hos hunden, menar Marton (2008). Fortsättningsvis betyder det att om ett barn ska lära sig färgen grön ska man visa olika föremål som är gröna: ett grönt äpple, en grön boll eller en grön tröja och berätta att alla är gröna. För att barnet ska förstå färgen grön måste det ha sett andra färger innan och vara medveten om flera färger samtidigt (Gustavsson, 2008).

Enligt Holmqvist (2006) ska inte allt variera i en lärandesituation – vissa saker ska förbli oförändrade (invarianta) för att urskiljning ska bli möjligt. Gällande ovanstående exempel är de invarianta ”hunden” och ”färgen” och variationen är de olika typer av hundar och olika gröna föremål man visar barnet. Enligt Carlsson (2002) förutsätter variationen att vissa aspekter träder fram – man blir medveten om vissa, samtidigt som andra fungerar som bakgrund.

3.1.2.2 Urskiljning

I en situation skiljer man på vissa aspekter genom att koncentrera sig mer på vissa delar än andra. Om en person urskiljer en aspekt och en annan ser någon annan aspekt innebär det att fenomenet eller objektet upplevs på två olika sätt (Marton, Runesson & Tsui, 2004). Oavsett hur situationen ser ut finns det olika sätt för olika personer att uppfatta det, man urskiljer olika aspekter hos det. Detta händer på grund av *kvalitativa skillnader* mellan olika personer att förstå samma sak menar Holmqvist (2006).

3.1.2.3 Lärandeobjekt

Lärande är alltid förknippat med förmågan att kunna någonting som kan beskrivas som två olika delar: en specifik och en generell del. Den specifika delen är det som man ska lära sig, det direkta lärandeobjektet. Eleverna koncentrerar sig på det som utgör lärandeobjektet, vilket kan vara ett begrepp eller en specifik del i undervisningen. Den generella delen refererar till handlingar som att urskilja, minnas och förstå, det vill säga på vilket sätt eleven försöker att lära sig om något, även kallat det indirekta lärandeobjektet. Marton, Runesson och Tsui (2004) anser att lärarens undervisning bör utgå från vad och hur eleverna lär sig, både de generella och specifika delarna.

Holmqvist (2006) beskriver ett lärandeobjekt som: en undervisningssituation, en särskild förmåga eller olika moment i undervisningen. Eleverna ska inte lära sig att memorera de olika delarna i en undervisningssituation, utan de ska lära sig utveckla kvalitativ förståelse. Holmqvist (2006) delar in analysen om ett lärandeobjekt i tre olika delar:

- det intentionella lärandeobjektet
- det iscensatta lärandeobjektet
- det erfarna lärandeobjektet

Det direkta och det indirekta lärandeobjektet aktualiseras genom ovannämnda delar. *Det intentionella lärandeobjektet* är det som lärare har för avsikt att utveckla hos eleverna. Detta kräver en grundlig analys av det som eleverna redan kan och hänsyn ska tas till kursplaner och tiden man har till förfogande. *Det iscensatta lärandeobjektet* är det som egentligen sker i klassrummet – det som forskare kan studera och analysera. *Det erfarna lärandeobjektet* är de kunskaper som eleverna har utvecklat under lektionen (Holmqvist, 2006).

3.1.2.4 Kritiska aspekter

En annan aspekt som är avgörande för förståelsen av lärandeobjektet är de kritiska aspekterna som eleverna måste ges möjlighet att spåra upp för att skapa en djupare förståelse kring det. De kritiska aspekterna måste sökas i en undervisningssituation då dessa är kopplade till elevernas förkunskaper i förhållandet till lärandeobjektet (Wernberg, 2006). Exempelvis för att eleverna ska kunna förstå fotosyntesen behöver de främst ha kunskap om det som behövs för att driva den processen: solenergi, koldioxid och vatten. Dessa beståndsdelar är viktiga för att växten ska bilda den energi som krävs för att överleva. Människans sätt att se på saker och ting skiljer sig från individ till individ. Att en aspekt är kritisk för en elev behöver inte betyda att den är kritisk för en annan. För att eleverna ska förstå ett lärandeobjekt måste de urskilja

de kritiska aspekterna på samma gång, under en och samma lärandesituation. Denna möjlighet ges genom att öppna en variation eftersom en aspekt bara urskiljs om den varierar (Runesson, 2006).

3.2 Varför variationsteori?

Skolan är en kulturell och social mötesplats där lärande sker i interaktion med andra och där lärarna utformar undervisningssituationer. Variationsteorin beskriver kunskap som en relation mellan människa och omvärld, och lärande som en förändrad relation mellan människa och omvärld. I naturvetenskap har variation i hur lärandeobjektet presenteras stor betydelse för hur elever med olika erfarenheter uppfattar det aktuella kunskapsobjektet. Laborationer i naturkunskap ska därför innehålla moment där eleverna jämför och förklarar olika modeller mot varandra. Helldén m.fl. (2005) efterfrågar att lärarna tar hänsyn till många aspekter av laborationens lärandeobjekt för att eleverna ska förstå syftet och se helheten. Claesson (2007) menar att detta ger möjlighet till diskussioner mellan elever där lärandet blir processinriktat – i dialog med varandra ska eleverna tillsammans försöka finna kunskap.

4. Empirisk del

4.1 Val av metod

För att kunna besvara våra frågor använde vi oss av en experimentell undersökning. Det innebär att vi undersöker orsak och verkan genom att vi medvetet kontrollerar och manipulerar omständigheter som påverkar de händelser vi är intresserade av och mäta skillnaden (Cohen, Manion & Morrison, 2007). En experimentell metod innebär att man använder sig av en bestämd design som antingen kommer att konfirmera eller utforska effekterna av vissa variabler. Ett experiment går ut på att undersöka vilken effekt variationen av en oberoende variabel har på en beroende variabel (Stensmo, 2002). Enkelt sagt: vi ändrar input för att se vad som händer med output.

Det finns ett antal kriterier som bör uppfyllas för att en undersökning ska kallas för ett sant experiment (Wiersma & Jurs, 2005, s. 102):

1. *Adekvat experimentell kontroll:* Det krävs tillräckligt med kontroll över omständigheterna så att det är möjligt att tolka resultaten.
2. *Icke artificiell:* Resultaten ska gå att generalisera till en icke-experimentell miljö
3. *Jämförbarhet:* Det måste finnas ett sätt att jämföra om det har funnits en experimentell effekt. Antingen har man kontrollgrupp(-er) eller två eller flera experimentella grupper.
4. *Adekvat information från data:* Data måste vara tillräckligt för att kunna testa hypotesen. Den måste kunna generera statistik med tillräcklig precision.
5. *Opåverkad data:* Datan bör reflektera experimentella effekter. Den bör ej påverkas av dålig mätning eller fel i den experimentella proceduren. Individerna i de olika kontroll- och/eller experimentella grupperna bör ej interagera på ett sådant sätt att de tar ut de experimentella effekterna eller orsakar missbedömning.
6. *Inte blanda ihop relevanta variabler:* Det kan finnas andra variabler som påverkar den beroende variabeln. I så fall bör de inte misstolkas som experimentella effekter.
7. *Representativitet:* Resultatet ska kunna vara applicerbart på allmänna omständigheter. Det krävs att urvalet är slumpmässigt genererat.
8. *Enkelhet:* En enkel design föredras över en komplex design. Designen måste självklart måste vara komplext nog för experimentet, men uppmuntras inte för svårighetens skull. En enkel design är lättare att utföra och möjligtvis lättare att tolka.

Vidare är vår metod ett fältexperiment (Cohen m.fl., 2007; Stensmo, 2002) eftersom den utförs på fältet, och man har inte total kontroll över vissa variabler så som man har i ett sant experiment som först och främst utförs i laboratorium.

4.1.1 Val av variabler

Den oberoende variabeln är den variabel vi vill påverka - input. Vi vill ändra frihetsgraderna i de laborationer som ska utföras i undersökningen. Den beroende variabeln (output) – det som bör påverkas av den oberoende variabeln – är elevernas lärande. Eller sagt på ett variationsteoretiskt sätt: om eleverna uppfattar olika aspekter av lärandeobjektet verkningsgrad på olika sätt beroende av frihetsgraderna.

4.2 Undersökningens utformning

Vår undersökning har sett ut på följande sätt: två laborationer utfördes i halvklass av den grupp elever som vi hade tillgång till. Den ena halvan utförde en öppen laboration, och den andra halvan utförde en styrd version av samma laboration. Innehållet i de olika laborationer är det samma, se bilaga (x). Frågeställningarna och målen med laborationerna är samma, det är enbart graden av frihet som är olika. Det avgörande för studiens framtida resultat är att kartlägga elevernas förkunskaper om lärandeobjektet genom ett förtest. Efter laborationen utfördes samma test för att se om det blev någon ändring i deras resultat och om det var någon skillnad mellan gruppernas resultat. Vi valde att kombinera olika former av datainsamling och använde oss inte bara av förtest och eftertest utan även av observationer av laborationerna. Under laborationstillfällena observerade vi med penna och papper hur elever och lärare arbetade under laborationerna. Vi observerade även grupparbeten med ljudinspelare för att se vad gruppens arbete kretsade kring under laborationens gång. Observationer valdes för att få ett djupare svar på vår undersökning, då resultatet från enkäterna inte kan ge svar vad eleverna fokuserar på under laborationerna. Enligt Kylén (2004) ger observationer ett intressant underlag för att verkligen förstå vad som hänt.

4.2.1 Utformning av laboration

Den öppna laborationen är av frihetsgrad 2 och den styrda laborationen har frihetsgraden 0 (se tabell 2.4.2). Lärandeobjektet i laborationerna var verkningsgrad. Syftet för laborationen är att eleverna praktiskt ska se skillnaden i verkningsgrad för olika föremål, samt försökt höja eller ändra verkningsgraden. Den styrda laborationen har ingen metodbeskrivning utan eleverna får

metoden genom den teori som finns tillgänglig i instruktionerna, genom den tabell som de ska fylla i och dessutom genom lärarens instruktioner. På grund av att metoden samt formlerna leder fram till ett och samma svar anser vi att laborationen har frihetsgrad 0. För den öppna laborationen får eleverna själva fundera ut en metod. Dock så insåg vi under skapandet av laborationen att eleverna inte har någon som helst, eller ytterst lite, kunskap om värmekapacitet. Därför valde vi att beskriva värmekapacitet på ett sätt som inte gav en explicit metod för eleverna att följa. Se laborationerna i bilaga A och B.

4.2.2 Urvalsgrupp

Undersökningen utfördes på en gymnasieskola i en medelstor svensk stad. Vi hade sedan tidigare kontakt med lärare på gymnasieskolan och fick tillgång till en årskurs ett från Elprogrammet som vid tillfället då undersökningen utfördes läste Naturkunskap A. Storleken på gruppen är 22 elever, varav enbart 2 elever är kvinnliga. Anledningen till att vi valde denna grupp var att de för tillfället skulle laborera inom den tidsperiod som vi utförde vår undersökning, samt att de var inne på ett avsnitt (Energi) där man kan utföra laborationer av olika frihetsgrader.

4.2.2.1 Indelning av grupper

Faktorer som kan påverka resultatet är synnerligen indelningen av klassen i de två grupperna. Då vi tog kontakt med gruppens lärare berättade han att de låg på ungefär samma nivå betygmässigt, och att det fanns enbart 2 kvinnliga elever i klassen, och att de befann sig i olika laborationsgrupper. Tillsammans med läraren drog vi slutsatsen att gruppindelningarna var kunskapsmässigt och könsmässigt likvärdiga.

4.2.2.2 Forskningsetik

Inom forskningsetiken finns det fyra huvudkrav som bör uppfyllas för att forskningen ska antas vara etiskt korrekt (Vetenskapsrådet, 2002). De är *informationskravet*, *samtyckeskravet*, *konfidentialitetskravet* och *nyttjandekravet*. Under studiens genomförande ska forskarna ha dessa i åtanke. Detta har vi försökt uppfylla genom att informera deltagarna om undersökningen. Vi gav en grov beskrivning av vår undersökning och försökte motivera individerna till att delta. Vid observationstillfällena blev grupperna i fråga informerade om videoinspelning och ljudinspelning. Den första gruppen ville inte bli inspelade på film men samtyckte till att medverka på ljudinspelning. Det ledde till att vi vid det andra tillfället erbjöd endast ljudinspelning för den grupp som medverkade då. Då alla deltagarna var över 15 år

behövdes inte målsmans samtycke, utan deltagarna gav sitt samtycke muntligt vid tillfället. Gruppen blev informerad om att allt skulle behandlas konfidentiellt, samt att materialet vi samlade in skulle enbart användas till vår undersökning, och att lärarna inte hade någon som helst tillgång till materialet.

4.2.3 Testets utformning

Testet (se bilaga D) som vi utformade är uppbyggt av flera frågor där lärandeobjektet blir synligt. Det intentionella lärandeobjektet som vi var ute efter var verkningsgraden, vad det används till, hur det räknas ut och hur det går att ändra verkningsgraden. Det var noga att försöka komma åt så många aspekter av lärandeobjektet som möjligt, därför har vi gett många korrekta påståenden som deltagarna kan hålla med eller ej, och i anslutning till det har vi även gett deltagarna möjligheten att vara osäkra, genom att erbjuda svaret ”Vet inte”. Frågorna är till största del slutna. Vi har undvikit öppna frågor på grund av att eleverna kan ha svårt att formulera sig eller osäkra på vad de själva anser, och svaren kan innefatta flera dimensioner som är svåra att sammanfatta (Trost, 2007). Vi har delvis öppna frågor (se fråga 4, bilaga D) då vi är intresserade av hur stor uppfattning de har av begreppet i fråga. Holmqvist, Lövdahl och Strömberg (2006) menar att genom att ställa öppna frågor får eleverna möjlighet att besvara dessa på olika sätt. Frågeformuleringarna är korta, för att de ska orka läsa frågan och komma ihåg frågan (Trost, 2007) och vi har undvikit svåra och konstiga ord. Vi har även betänkt ordningsföljden eftersom frågorna styr elevens tankebanor så att frågorna tolkas i det sammanhang de förekommer i (Trost, 2007). Därmed följer ordningen av våra frågor som de gör, för att de är innehållsmässigt förbundna till varandra.

5. Resultat

Resultaten presenteras i form av förtest och eftertest, samt de resultat vi fick av observationerna från den styrda och den öppna laborationen. Bearbetningen är till stor del kvantitativ, med hjälp av programmet Excel, men även med kvalitativa inslag eftersom det insamlade materialet även består av ljudinspelning utöver testerna. Testen delades in i två delar – en allmän del om energi, samt en specifik del om det *intentionella lärandeobjektet* verkningsgrad. Delarna poängsattes, med ett poäng för korrekt svar och fel svar fick noll poäng. Resultaten analyserades på gruppnivå – enligt deras laborationsgrupper. Vi koncentrerade oss på andra delen av testet som hade mest relevans för undersökningen, och även på grund av att de två första frågorna i testet var allmänna frågor om energi som ställdes i uppvärmningssyfte. Från förtestet försökte vi kartlägga om det fanns kvalitativa skillnader i lärandet mellan de olika laborationerna och försökte urskilja de kritiska aspekterna av lärandeobjektet.

5.1 Resultat från förtest

Vid förtestets utförande medverkade 18 elever – nio elever som senare utförde den styrda laborationen, samt nio elever som utförde den öppna laborationen. De första två frågorna i testet gav en bild av att eleverna hade allmänna kunskaper om energi, med ett medelvärde på cirka 90%. Detta ledde till att vi inte har tagit större hänsyn till resultatet på denna del, förutom i den aspekten att eleverna har allmänna kunskaper om energi.

Vid analysen av förtestet arbetade vi fram en sorts kategorisering av de olika frågorna vi hade ställt, för att vi lättare skulle kunna se vilka kunskaper som eleverna hade och inte hade. I och med denna kategorisering började vi fundera på vilka aspekter av lärandeobjektet skulle kunna kallas kritiska.

<i>Vad är vi ute efter med frågorna?</i>	
3. Insikt i att effekt har med energi och tid att göra	1 poäng
4. Insikt och förståelse för att	
a) Verkningsgrad beskriver hur mycket energi gör nytta	1 poäng
b) Verkningsgrad beskriver hur mycket energi blir utfört arbete	1 poäng
c) Verkningsgrad beräknas som nyttiga energins andel av tillförd energi	1 poäng
d) Den tillförda energin i ett system beräknas effekt*tid	1 poäng
5. Förståelse av användningen av verkningsgrad:	
a) Ett mått på effektivitet	1 poäng
b) Vetskap om hur mycket energi som gör nytta	1 poäng
c) Inte ett mått på energiförbrukning	1 poäng
6. Uträkning av verkningsgrad med olika begrepp	2 poäng
7. Matematisk förståelse att verkningsgrad har ingen enhet	1 poäng
8. Kunskap om hur verkningsgrad kan förbättras:	
a) Kontaktyta blir maximal	1 poäng
b) Kärlet blir övertäckt	1 poäng
c) Kärlet kan isoleras	1 poäng

Figur 5.1 Kategorisering av enkätens frågor och poäng.

5.1.1 Kunskaper eleverna redan hade:

Innan laborationerna utfördes uppfattade de flesta av eleverna att verkningsgrad var ett mått på energiförbrukning. Endast en liten del av klassen såg verkningsgrad som ett mått på effektivitet, och att det beskrev hur mycket energi som gjorde nytta. Hur man beräknar verkningsgrad hade eleverna lätt att förstå – hur stor andel den nyttiga energin var av den tillförda. Trots det är det få elever som inte förstår att verkningsgrad har ingen enhet. Fortsättningsvis visste de allra flesta elever att verkningsgraden hos en spisplatta blev större om man lade locket på kastrullen.

5.1.2 Kunskaper eleverna saknade

Överlag saknade eleverna kunskap om:

- att verkningsgrad beskriver hur mycket energi gör nytta och blir utfört arbete,
- att den tillförda energin i ett system beräknas effekt*tid,
- att verkningsgrad mäter effektivitet, och inte energiförbrukning,
- kunskap om hur verkningsgrad kan förbättras,
- matematisk förståelse att verkningsgrad har ingen enhet.

5.1.3 Identifiering av kritiska aspekter

Från ovannämnda punkter har vi försökt identifiera kritiska aspekter tillhörande lärandeobjektet verkningsgrad. Genom att vi preciserade de kritiska aspekterna erhöll vi kunskaper om vad vi skulle titta på och vilka resultat vi kunde analysera i vår fortsatta studie. Resultatet från förtestet visar att eleverna behöver kunskap om:

- sambandet mellan arbete och energi – att verkningsgrad beskriver ett utfört arbete, och vilken nytta den tillförda energin gör,
- att verkningsgrad är ett mått på effektivitet, och inte energiförbrukning,
- att verkningsgrad har ingen enhet och är endast en andel av den tillförda energin.

5.2 Observation av den styrda laborationen

Nio elever utav elva utförde den styrda laborationen. Två saknades på grund av väderförhållanden. Eleverna jobbade i grupper om två och två, och en grupp på tre elever. Eleverna blev ej inspelade på film under laborationen, det var svårt att övertyga en grupp till att bli filmade. De gick däremot med på att bli inspelade på ljudband.

Under den styrda laborationens utförande kan vi sammanfatta händelserna som sådant: Läraren förklarar utförligt varje steg i laborationen och visar upp materialet som finns. Läraren låter eleverna läsa sig till syftet med laborationen, och beskriver inte det själv för eleverna. Han går igenom lite teori om verkningsgrad. Teorin innefattar hur man räknar ut verkningsgrad och vad som är nyttig respektive tillförd energi; att verkningsgrad är en andel; att mycket av energin blir värme och utför inget riktigt arbete. Sedan hämtar eleverna materialet och kör igång med laborationen, och använder instruktionerna för att veta hur de ska gå tillväga. Eleverna koncentrerar på utförandet, inte på innehållet. Eleverna har frågor om hur man räknar nyttig och tillförd energi, vilket betyder att de inte läser instruktionerna ordentligt, då det är utförligt förklarat i laborationsinstruktionerna. I slutet av laborationen går läraren igenom försöken med hjälp av de värden eleverna fick fram. Han tar upp skillnaden i verkningsgrad mellan lampan och värmeplattan. Läraren svarar nästan direkt på sina egna frågor som han ställer till eleverna, på grund av att lektionstiden håller på att rinna ut.

5.2.1 Grupparbetet i den styrda laborationen

En grupp på två elever spelades in på ljud, det är nämnvärt att säga att gruppen som medverkade är en väldigt tyst grupp. Det verkade som att de påverkades mycket av att det stod en apparat som spelade in allt de sade.

Under laborationen söker eleverna inte bekräftelse från läraren om det i så fall inte gällde metoden. Till exempel frågar de läraren om de ska ta tiden för en grads förändring, vilket visar att de inte har läst instruktionerna så noga. Läraren säger till eleverna att milliliter vatten är samma som i gram. Läraren efterfrågar noggrannhet i mätningar och att eleverna ska läsa instruktionerna noga. Under utförandet fokuserar eleverna på att fylla i den förskrivna tabellen, och följer någon sorts rutin i att titta på termometern och hålla koll på tiden. Det är svårt att se vilka steg arbetet följer då eleverna varken är noggranna eller metodiska, och diskuterar väldigt lite med varandra.

5.3 Observation av den öppna laborationen

Under den öppna laborationen var två elever frånvarande och nio elever närvarande. Den öppna laborationen kan sammanfattas på följande vis: Läraren börjar lektionen med en repetition av verkningsgrad genom att förklara vad nyttig energi är och exemplifierar med att beskriva att en lampas nyttiga energi är strålningsenergin, och att det mesta av den tillförda energin går åt till värmeenergi. Eleverna delas in i grupper som de sitter, två och två, någon grupp tre. Eleverna läser instruktionerna i tystnad, och läraren förtydligar syftet med laborationen genom att upprepa det som står i instruktionerna. Sedan tar läraren en genomgång i hur man räknar ut verkningsgrad (nyttig energi/tillförd energi). Han påpekar att det ska vara mindre än ett, och att för att få det i procent multiplicerar man med 100. Han frågar efter enheten för energi, men ingen elev kan eller vill svara, så han får säga att det är joule (J). Läraren visar materialet som finns tillgängligt och säger att eleverna får själva komma på vad de ska göra med materialet.

Eleverna hämtar material, och har någon aning om att lampan ska värma vattnet i bägaren. De är medvetna om vad de flesta av verktygen (termometer, lampa, mätglas) används till, men inte gällande tidtagaruret. Med lärarens hjälp inser de att de måste ta tid på uppvärmningen av vattnet. Inte heller tänker de på lampans effekt – de har inte så bra kunskaper om att de kan ta

reda på energi med hjälp av effekt och tid. Eleverna sätter igång, och börjar smått leta i anteckningar efter hjälp, eller frågar läraren. Det märks tydligt att det är svårt för läraren att hinna gå runt till alla och hjälpa. Läraren ger en ledtråd till eleverna: lampans effekt är 25W, och vid det senare experimentet anger han värmeplattans effekt på 450W.

Eleverna är finurliga och hänger upp termometern så att den bara är i kontakt med vattnet, inte bägaren eller de värmande elementen. Det dyker upp problem när eleverna påbörjar experimentet med värmeplattan. Många grupper använder samma mängd vatten och temperaturskillnad som de använde i första försöket. Läraren försöker inte hindra dem, utan låter eleverna göra sitt försök – eleverna misslyckas och kan då förbättra sitt försök. Eleverna eftersöker själva noggrannhet då det inte finns utförliga instruktioner om vad de bör förvänta sig. De frågar om resultaten kan stämma och vad de kan göra för att förbättra dem. Läraren ställer då frågor om eleverna kan hitta några felkällor (implicit).

Läraren går igenom resultaten tillsammans med eleverna och då resultaten skiljer sig mycket åt diskuterar de felkällor. De diskuterar den bästa förbättringen av verkningsgraden (aluminiumfolielock), och att det liknar när man sätter lock på kastrullen när man kokar vatten.

5.3.1 Grupparbetet i den öppna laborationen

Till skillnad från den styrda laborationen så medverkade ett par elever i ljudinspelningen som var pratglada och positiva till att vara med i undersökningen. Eleverna söker självmant bekräftelse från läraren. De är medvetna om att det krävs en viss rimlighet i sina resultat och är noga med att fråga om hjälp då de har kört fast. Läraren handleder i elevernas tankegångar, och tänker på säkerhet och vilken metod eleverna har valt. Han påpekar att eleverna kan titta i sina anteckningar från lektionen och påminner om att läsa instruktionerna. Läraren hjälper till att hitta fel i beräkningar och hjälper dem att hitta felkällor.

I proceduren är eleverna noggranna och använder mätglas, termometer och tidtagarur på ett korrekt sätt. Dock har eleverna inte så mycket koll på varför de använder tidtagaruret, men vet att den är viktig och att den ska mäta tiden för vattnets uppvärmning. Eleverna använder samma mängd vatten och temperaturskillnad i det andra, mycket mer kraftfulla försöket.

Läraren låter eleverna testa sig fram, och eleverna gör sina misstag och förbättrar därefter sin metod med hjälp av läraren. Eleverna söker aktivt efter att identifiera nyttig och tillförd energi. De försöker dela upp begreppen efter vad de tillhör. Att vattnet värms upp är en del och lampans energi är en del. Det är svårt för eleverna att veta vad som är vad till en början. Energin som går åt till att värma upp vattnet kommer de på snabbt, och när eleverna får reda på effekten faller resten på plats och de förstår varför de skulle ta tid på uppvärmningen. Följande elevers namn är fingerade.

Lärare: Om ni lyssnar upp lite snabbt, ska ni få en liten ledtråd här... Lampans effekt, det är tjugofem watt.

Örjan: Är inte det lika med tjugofem joule då?

Östen: Ja, men är det inte så då? En watt är en joule.

Örjan: Jo det är det väl.

Östen: Är inte en watt en joule? (Högt till läraren)

Lärare: Mmm, jo du är någonting på vägen där, men inte - ni har kanske dom papperna kvar från teorilektionen, dom var ju jättebra. Och har ni använt [tidtagaruret]?

Östen: Jo det har vi, det tog två minuter ungefär.
(Eleverna söker igenom anteckningar)

Östen: Här har vi. En wattimme... Ja en wattsekund är en joule.

Örjan: Jaha, jag trodde att wattsekund det bara var en watt.

Östen: Men eh, en teve med tvåhundra watt drar tvåhundra joule per sekund... Så det är samma... Åh j-... Vi ska gånga det med tiden.

Örjan: Gånga med tiden?

Östen: Mmm.

Örjan: ... Det är den tillförda?

Östen: Det är det f-... Nu får vi skriva vad detta blir...

I den öppna laborationen kan man tydligt se hur eleverna arbetar:

- Eleverna använder sig av allt material/materiel som finns tillgängligt. De vet funktionen av varje verktyg och material och är noga med att utnyttja allt, även om de inte vet vad de ska göra med sina värden sen.
- Eleverna försöker identifiera nyttig och tillförd energi med hjälp av kunskaper, anteckningar och lärare. De är noga med att skriva ner viktiga värden.
- En första beräkning görs, eleverna försöker bedöma resultatets rimlighet.

- Eleverna ber om en kontroll av värdet från läraren. Lärare och elever bedömer värdets rimlighet tillsammans.
- Om värdet är inkorrekt kontrolleras uträkningen. Om mätvärdena i sig verkar vara orimliga görs försöket om. Är värdet rimligt och korrekt går eleverna vidare till nästa försök.

5.4 Övergripande innehåll i styrda respektive öppna laborationen

Här ges resultatet av det iscensatta lärandeobjektet – vad eleverna gavs möjlighet att lära sig – under den styrda respektive den öppna laborationen och i vilken ordning dessa presenterades eller uppkom under laborationerna. Som figur 5.4 här nedanför visar är den öppna laborationen mer innehållsrik och både lärare och elever fokuserar på flera aspekter av lärandeobjektet i den öppna laborationen.

Styrd laboration	Öppen laboration
Eleverna får se hur man räknar ut verkningsgrad	Eleverna får veta att verkningsgrad beskriver effektivitet Eleverna får se hur man räknar ut verkningsgrad
Eleverna erbjuds kunskap om att nyttig energi är den energi som gör nytta	Eleverna erbjuds kunskap om att nyttig energi är den energi som gör nytta
Eleverna erbjuds kunskap om att glödlampans nyttiga energi är strålningsenergi	Eleverna erbjuds kunskap om att glödlampans nyttiga energi är strålningsenergi
Eleverna får veta att en del av den tillförda energin går till spillo – värmeenergi	Eleverna får veta att en del av den tillförda energin går till spillo – värmeenergi
Eleverna beräknar verkningsgrad	Eleverna får veta att enheten för energi är joule Eleverna diskuterar hur man beräknar verkningsgrad Eleverna fokuserar på den nyttiga energin Eleverna fokuserar på vad som är tillförd energi Eleverna får veta effekten på lampan
Eleverna får möjlighet att se att verkningsgrad ändras då effekten ändras	Eleverna får möjlighet att se att verkningsgrad ändras då effekten ändras
Eleverna erbjuds olika sätt att höja verkningsgraden	Eleverna erbjuds möjligheten att komma på olika sätt att höja verkningsgraden

Figur 5.4 Övergripande innehåll i styrda respektive öppna laborationen i ordningsföljd.

5.5 Resultat från eftertest

När eftertestet genomfördes möttes vi av en grupp trötta elever. Det var i slutet av dagen och de hade precis haft gruppredovisningar. Vi fick tillgång till mindre tid än vad som var tänkt av lektionen och eleverna ville mest av allt bara gå därifrån. Detta ledde till att eleverna inte tog eftertestet på lika stort allvar som förtestet. Implikationerna av detta diskuteras i avsnitt 6.1.1. Vi framställer resultaten som en jämförelse mellan förtest och eftertest i ett par diagram för både den styrda och den öppna laborationsgruppen.

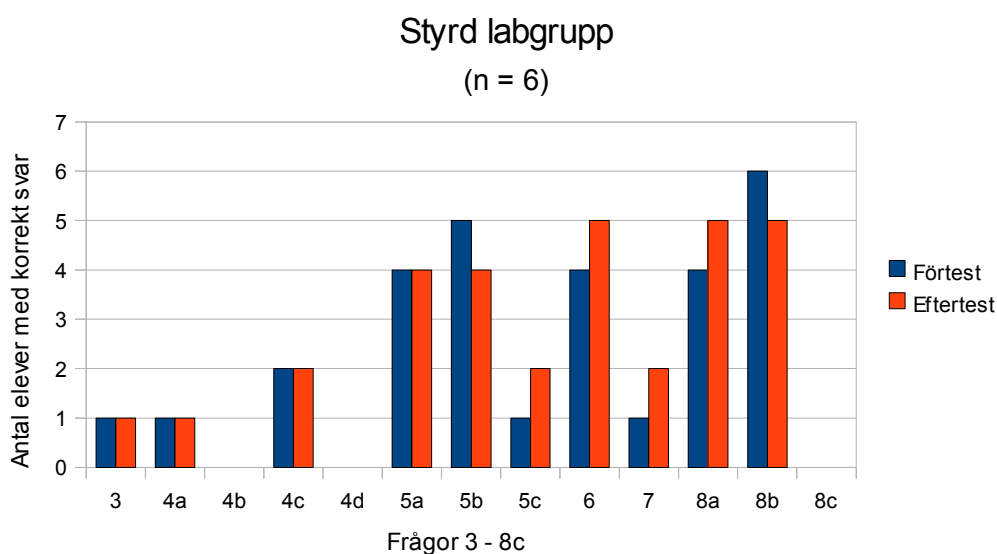


Diagram 5.5a Resultat av från förtest och eftertest i den styrda laborationen.

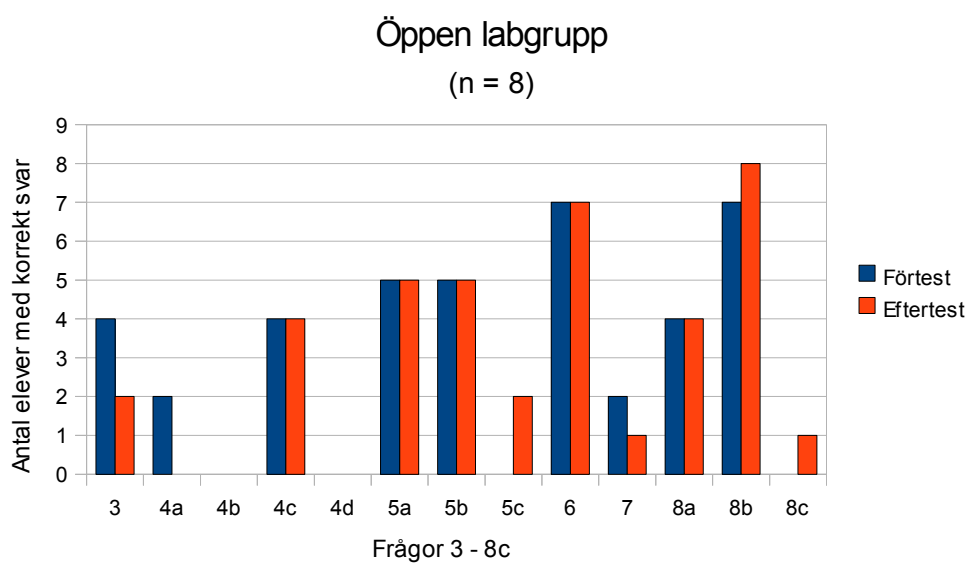


Diagram 5.5b Resultat av från förtest och eftertest i den öppna laborationen.

Med eftertestet testades det erfarna lärandeobjektet. Har eleverna lärt sig det som var meningen att de skulle lära sig? Som synes är det ytterst små skillnader i resultaten mellan förtest och eftertest i respektive grupper. Notera att fråga 4 samt 8c är delvis öppna, och det är där vi har fått minst respons på frågorna. I den styrda laborationen är det några få elever som har erhållit en större kunskap om att verkningsgrad har ingen enhet och hur verkningsgrad beräknas. I den öppna laborationsgruppen har ett par elever insett att verkningsgrad inte är ett mått på energiförbrukning. I båda grupper ser man en liten förändring av elevernas kunskaper om hur man förändrar verkningsgrad.

	Medelvärde förtest	Medelvärde eftertest	Procentuell förändring
Styrd labgrupp	4,14	4,43	6,90%
Öppen labgrupp	5	5,5	10,00%

Tabell 5.5 Medelvärde förtest och eftertest med procentuell förändring

Enligt tabell 5.5 ser vi att den procentuella förändringen av medelvärdet mellan för- och eftertest är mindre än 10%. De elever som inte var med på laborationerna, men som skrev både för- och eftertest, visar oss att deras förändring är både positiv och negativ – men förändringen är lika liten för dem som för de elever som var med på laborationerna.

6. Diskussion

Vår diskussion delas upp i metoddiskussion och resultatdiskussion. I metoddiskussionen tar vi upp positiva och negativa delar av metoden. Resultatdiskussionen kopplas till vårt syfte, problemprecisering och litteraturgenomgång.

6.1 Metoddiskussion

6.1.1 Val av metod

Vi valde en experimentell undersökning för att besvara vårt syfte (se avsnitt 1.3). Vi tycker att vår undersökning inte är artificiell, då vi hade som utgångspunkt forskningen för de öppna och styrda laborationerna, samt att läraren själv höll i laborationerna utan att vi påverkade genomförande och elevernas arbete. Elevernas resultat jämfördes mellan de olika laborationsgrupperna och vi fick tillräckligt med information från datan, fast vi förväntade oss ett annat resultat på eftertestet. Resultatet vi fick visar dessutom att vi inte har blandat ihop relevanta variabler, då för- och eftertest är det samma, så nya variabler har inte kommit in i bilden. Vi har hållit oss till en enkel design av experimentet.

Men vi har insett under undersökningens gång att vissa kriterier för experimentella undersökningar (Wiersma & Jurs, 2005) ej blev eller kunde uppfyllas. Däribland har vi kriterierna 1, 5 och 7 (se avsnitt 4.1). Det var tydligt att vi inte hade tillräckligt med kontroll över omständigheterna som rådde, däribland vid vilka tidpunkter som laborationerna utfördes. Det gick en vecka mellan styrd och öppen laboration, vilket påverkade tiden för när eftertestet kunde genomföras.

Det är svårt att bedöma om vår data är opåverkad. Urvalsgruppen hade låg motivation till att utföra testerna. Speciellt vid eftertestet var deras motivation låg, och de kan ha fyllt i per automatik, och inte reflekterat alls över vad de har lärt sig under den tid som gick mellan förtest och eftertest. Dessutom kan det vara så att datan inte alls reflekterar laborationernas påverkan, utan det kan lika väl ha varit hur mycket eleverna minns av teorin med två veckors mellanrum.

Resultatet är ej applicerbart på allmänna omständigheter på grund av gruppens storlek. Då vi skulle sammanställa resultatet var vi tvungna att ta elevernas närvaro vid förtest, eftertest och laboration i beaktning. Detta ledde till ett rätt så stort bortfall för den styrda

laborationsgruppen – där fem elevers resultat (utav elva) ej kunde användas, vilket är nästan 50 % bortfall.

6.1.2 Urvalsgrupp

Urvalsgruppen är som nämnts tidigare antagligen för liten för att resultatet ska kunna vara applicerbart på allmänna omständigheter. Om det hade varit tillgång till flera, eller bara en klass till, hade detta kunnat överkommas. Vidare kan valet av elevgrupp ha påverkat våra data. Det hade varit intressant att se om det hade blivit någon skillnad i en naturklass eller samhällsklass, eller för den delen ett annat yrkesförberedande program. Eleverna var vid eftertestet inte särskilt motiverade till att utföra det, vilket säkerligen har påverkat vårt resultat. Vi tar till stor del ansvar för det, eftersom vi kan ha varit för snabba med att dela ut testet och inte motiverat dem till fullo. Men till största del låg felet på tidpunkten på dagen och att de precis hade haft gruppredovisningar som tröttat ut dem.

Under observationstillfället vid den styrda laborationen var det en väldigt tyst grupp som medverkade. Gruppen blev väldigt störd av att de skulle spelas in. Andra grupper i klassrummet var mycket ljudligare och pratigare än denna grupp, men vi vet inte om det hade varit en fördel att välja en annan grupp. Vårt underlag hade varit mer tillförlitligt om alla grupper hade spelats in. De andra grupperna behövde nödvändigtvis inte tala mer om laborationen bara för att de verkade mer pratglada. Men det är tydligt att eleverna som blev inspelade inte talade mer än de absolut behövde för att kunna slutföra laborationen. Det är självklart att det blir en snedfördelning av vad vi kan visa om arbetet i den styrda laborationen jämfört med den öppna laborationen. Orsaken till detta kan vara att de styrda laborationerna inte ger tillfälle för eleverna att planera, vara kreativa och diskutera hur de ska gå tillväga för att nå ett resultat, så som Kurten-Finnäs (2008) beskriver arbetssättet i de öppna laborationerna. Detta tycker vi har haft stor påverkan på vår undersökning eftersom det var svårt att jämföra observationerna från den styrda med den öppna laborationen på grund av att eleverna var så tysta.

6.1.3 Testets utformning

Vi upplevde det som positivt att vi använde oss av uppvärmningsfrågor innan vi gick in på frågor kring lärandeobjektet. Med uppvärmningsfrågor menar vi frågor som är närliggande lärandeobjektet, för att hjälpa eleverna i de tankebanor som vi var mest intresserade av i vårt test, nämligen verkningsgrad.

Testet innehöll både öppna och slutna frågor, dels för att de slutna frågorna skulle lätt kunna sammanfattas, och öppna frågor för att eleverna skulle få en möjlighet att uttrycka sin förståelse för lärandeobjektet med egna ord om de skulle vara tveksamma på de slutna frågorna (Holmqvist, Lövdahl & Strömberg, 2006). Dock blev de öppna frågorna dåligt ifyllda i både förtestet och eftertestet även om eleverna fick hjälp av stödord som hörde till lärandeobjektet. Kanske det kan bero på att eleverna hade svårt att uttrycka sig i ord eller hade bristfälliga kunskaper om det som blev efterfrågat (Trost, 2007).

6.1.4 Hur hade man kunnat göra annorlunda?

Undersökningen hade kunnat se ut på ett annorlunda sätt. Ett utvärderingsalternativ vi har funderat på har varit att ha gjort det ännu mer kvalitativt – istället för enkät hade vi kunnat använda oss av intervjuer, och ställt direkta frågor om elevernas uppfattning av begreppet verkningsgrad. Detta hade betytt att vår undersökning hade fått en fenomenografisk klang – att vi hade varit intresserade om eleverna hade haft olika variationer av uppfattningar beroende av frihetsgraderna.

En annan angreppspunkt är tiden som gick mellan för- och eftertest. Testerna kunde ha utförts närmare laborationstillfällena, kanske till och med precis vid laborationerna för att se om det var någon definitiv skillnad i elevernas svar före och efter.

6.2 Resultatdiskussion

Studiens syfte var att jämföra vad eleverna lärde sig i styrda respektive öppna laborationer om verkningsgrad i Naturkunskap A på Elprogrammet. Utgångspunkten var att se om laborationens frihetsgrader är avgörande för elevernas lärande. Vi har med vår undersökning försökt besvara de frågor som vi ställde oss i problempreciseringen (se avsnitt 2.7):

- Vilka aspekter av lärandeobjektet i undersökningen görs synliga vid styrda respektive öppna laborationer om verkningsgrad i Naturkunskap A?
- Är det någon skillnad i lärande vid öppna respektive styrda laborationer om verkningsgrad i Naturkunskap A?
- Går det att dra slutsatser om vilket av arbetssätten som ger mer kunskaper i den undervisningssituation som tillämpas inom ramen för denna undersökning?

Här följer en diskussion av de resultat vi fick från förtest, eftertest samt observationer av laborationerna presenterade i form av de frågor som ställdes i problempreciseringen. Resultatet diskuteras med hjälp av variationsteorin, där man värdesätter variationen av tänkande – vilka olika sätt det finns att förstå ett visst lärandeobjekt.

6.2.1 Vilka aspekter av lärandeobjektet har gjorts synliga?

Holmqvist (2006) beskriver det intentionella lärandeobjektet som vad lärare strävar efter att eleverna ska utveckla och hur det presenteras under lektionstillfället har stor betydelse för elevernas lärande. Vi hade inte möjlighet att ta del av det som skedde vid teorilektionen för att bilda oss en uppfattning om hur läraren presenterade lärandeobjektet. Det vi däremot har sett från förtestet är att eleverna har allmänna kunskaper om energi, men saknar specifika kunskaper om det intentionella lärandeobjektet verkningsgrad. Eleverna har svårt att se sambandet mellan arbete och energi, vilket vi tror leder till att de flesta eleverna misstar verkningsgrad som ett mått på energiförbrukning. Vi ser det som lite underligt att de då klarar av den näst sista frågan – om hur verkningsgrad kan förbättras – men vid närmare eftertanke är det kanske inte så underligt. Om eleverna tror att verkningsgrad är ett mått på energiförbrukning kan det i sin tur förklara hur de ser på den näst sista frågan (se bilaga D, fråga 8): Om energiförbrukningen ska förbättras då ska energiupptaget bli bättre, vilket sker om locket sitter på grytan samt om grytan täcker hela spisplattan. Enligt Helldén m.fl. (2005) och Glaesser m.fl. (2009) kan detta förklaras genom att eleverna utgår ifrån sina vardagsföreställningar om naturvetenskapliga fenomen och tar dem med sig till skolan, vars undervisning har liten effekt på att förändra dem.

Då lärandeobjektet iscensattes vid den styrda laborationen är variationen begränsad på grund av att metod, teori och uträkningar finns utförligt beskrivna i instruktionerna. Eleverna reflekterar inte kring innehållet och lärandeobjektet i sig. Vidare reflekterar de inte över hur man kommer fram till resultatet, och inte heller om resultaten de får fram är rimliga eller om de har varit noggranna i sin metod. Vid det öppna laborationstillfället sker det istället en fortgående diskussion kring verkningsgrad, och speciellt om hur man beräknar nyttig energi och tillförd energi och vilka mätvärden det är som tillhör begreppen. Eleverna urskiljer olika aspekter för att förstå helheten, så som Marton och Booth (2000) beskriver lärande. I den öppna laborationen får eleverna möjlighet att urskilja lärandeobjektets kritiska aspekter som vi identifierade (se avsnitt 5.1.3).

Har eleverna erfarit om lärandeobjektet? Har eleverna i eftertestet kunnat visa på att de har urskiljt några andra aspekter av lärandeobjektet? Om man tittar tillbaka på diagrammen (se diagram 5.5a och 5.5b) i avsnitt 5.5 är det svårt att säga om det faktiskt har skett någon förändring. Vi ser inte någon nämnvärd skillnad, trots att vi ändå har försökt att visa på de små skillnader som har uppstått. Dessa små skillnader som finns i diagrammen kan tolkas som att i den styrda laborationsgruppen har eleverna insett att verkningsgrad har ingen enhet, och de har lite större förståelse för hur verkningsgrad beräknas. I den öppna laborationsgruppen har några elever urskiljt verkningsgraden korrekta innebörd – att den är ett mått på effektivitet och inte energiförbrukning. Dessa skillnader är så små att vi inte kan avgöra om de har erfarit mer kunskaper om lärandeobjektet. Laborationerna verkar inte ha påverkat elevernas faktakunskaper, precis som i Flansburgs undersökningar (se Hult, 2000). Eleverna presterar inte bättre på grund av laborationerna. Men denna fråga är svårbedömd, på grund av elevernas mindre motivation till testet, samt den tidsperiod som gick mellan för- och eftertest.

6.2.2 Är det någon skillnad i lärande?

Som vi tidigare nämnt har jämförelsen av förtest och eftertest inte kunnat visa oss om eleverna har lärt sig något mer under laborationerna. Då blir det svårt att besvara om det är någon skillnad i lärande mellan öppna och styrda laborationer. Dock om vi tar hänsyn till de observationer vi gjorde av laborationerna och fokuserar på de *kvalitativa skillnaderna* i lärande kan vi se en skillnad mellan de olika laborationerna. Elever uppfattar lärande på olika sätt. Marton och Booth (2000) beskriver två kategorier på hur elever urskiljer lärandet: vissa fokuserar bara på fakta och information – vilket vi upptäckte i den styrda laborationen – och andra elever fokuserar på att upptäcka innebörden i uppgifterna och kopplar dessa till tidigare kunskaper och verkligheten – så som det visade sig i den öppna laborationen.

I den styrda laborationen är läraren styrande och eleverna fokuserar på att fylla i tabellen och producera ett resultat. Det upplevdes som ett så kallat kokboksrecept (Hofstein & Lunetta, 2004; Kurten-Finnäs, 2008), i och med att läraren hade planerat och förberett, samt att eleverna kunde genomföra försöket precis i den ordning som var beskriven i instruktionerna och tabellen. Det uppstår en känsla av att det mesta handlar om att producera resultat genom att fylla i tabeller. Om vi beaktar de argument som framförs att undervisningen bör ha skiftat från produkt till process (Sjøberg, 2009), tycker vi att den styrda laborationen inte passar in i en processorienterad undervisning, utan snarare i en produktorienterad sådan.

I den öppna laborationen fick eleverna möjlighet till diskussion och att planera arbetssättet själva. Läraren var inte styrande, och eleverna kunde misslyckas och förbättra sin metod. Det liknar ett naturvetenskapligt arbetssätt, så som naturvetenskapliga forskare studerar genom att föreslå idéer och försöka förbättra en metod (Hofstein & Lunetta, 2004). Eleverna fokuserar på innehållet och förståelse av lärandeobjektet verkningsgrad samt dess tillhörande begrepp.

Av vårt resonemang drar vi slutsatsen att lärandet i den styrda laboration koncentrerar på produktion av resultat och elever fokuserar på att hantera instrument, inte idéer (Hofstein & Lunetta, 2004). I den öppna laborationen fokuserar lärandet på förståelse av innehållet samt processen för att nå resultat. Eleverna engagerade sig mer, blev aktiva och ifrågasatte sina resultat – de reflekterade över sina kunskaper både gällande innehållet och resultatet de erhöll (Schulz & McRobbie, 1994; Kurten-Finnäs, 2008; Glaesser m.fl. 2009).

6.2.3 Slutsats

Nu vill vi försöka besvara vår sista frågeställning för vår undersökning: Går det att dra slutsatser om vilket av arbetssätten som ger mer kunskaper i den undervisningssituation som tillämpas inom ramen för denna undersökning? Det snabba svaret är nej, det är icke möjligt i vår undersökning. Som vi har nämnt tidigare så finns det metodiska problem i vår studie som gör att resultatet inte går att applicera på allmänna omständigheter, samt att resultaten från för- och eftertest inte ger någon tydlig bild av om elevernas kunskaper har förändrats. I det avseendet går det inte att säga att den styrda laborationen är bättre än den öppna eller vice versa.

Den fråga som har gäckat oss sedan vi observerade de två laborationerna är vilket sorts lärande är bäst? Lärande som fokuserar på produktion av resultat eller process och förståelse? Det är en svår fråga som i grunden handlar om vilken kunskapssyn man har som lärare. Om man ska generalisera arbetssätten i de två laborationer vi har observerat vill vi dra slutsatsen att om man vill satsa på produkt då är det styrda laborationer som gäller, vill man satsa på process och förståelse så är det öppna arbetssättet en bra väg att följa.

I vår litteraturgenomgång har vi funnit tecken på att för att lärande ska ske i laborationer är det inte laborationens frihetsgrader som är det avgörande, utan snarare om uppgiften som eleverna får är utmanande (Trundle m.fl., 2010). Att eleverna får skapa egna problemställningar och metoder för att lösa givna uppgifter är utmanande i sig. Styrda

laborationer som fokuserar på fylleriövningar är inte utmanande för elevernas förståelse. Dock om instruktionerna blir mer utmanande, så att det inte handlar om att reproducera sådant eleverna redan vet, och att de får tillfälle att diskutera sina egna föreställningar, så skulle kanske eleverna lära sig mera genom det laborativa arbetet i undervisningen.

6.3 Slutord

Denna studie har från allra början fått oss att fråga oss själva om varför man ska ha öppna laborationer eller om man ska hålla sig till styrda. Vi har upplevt bra och dåliga laborationer allt sedan vår tidiga skolgång fram till idag i slutet av vår lärarutbildning. Laborationer är roliga och har utmanat oss, både som elever, studenter och som lärare. De laborationer vi minns allra mest och som vi har lärt mest av är de som har varit öppna till sitt arbetssätt. I studien har vi läst mycket litteratur som har ställt sig positiva till öppna laborationer och negativt till de styrda (se t.ex. Hofstein & Lunetta, 2004; Kurten-Finnäs, 2008). Med observatörens ögon har man kunnat se de negativa och de positiva delarna med både styrda och öppna laborationer som vi har missat när vi själva har varit verksamma under vår utbildning.

I öppna laborationer blir eleverna mer engagerade och eftertänksamma, de utmanar eleven på ett högre plan än styrda. Öppna laborationer är ett medvetet sätt till att få eleverna att sätta sig in i de frågeställningar som man använder sig av då man arbetar naturvetenskapligt: vad är det som ska mätas; vilka variabler finns det; vad kan hända om man ändrar på den variabeln, hur skapar jag en metod som ger resultat; vad kan hända i säkerhetsväg; vad betyder det här resultatet? Dock så är tidsbristen en stor faktor, och vi kan tänka oss att elevgrupperna måste bli rätt så stora (3-5 elever) för att samarbetet ska vara riktigt produktivt, samt att läraren har svårt att hinna med att hjälpa var grupp. Eleverna behöver vana i arbetssättet, det kommer inte på en gång, utan vill man arbeta öppet får man bestämma sig för den metoden, och värja sig mot att använda ett styrt arbetssätt för ofta.

I de styrda laborationerna får läraren en styrande roll och tillrättavisar eleverna då de gör eller säger fel, men de passar in i den tiden som är schemalagd. I styrda laborationer kan man ”tvinga” eleverna till att svara på vissa frågor, som att ställa egna hypoteser. Men mycket av problemen med laborationer är att de inte tas på allvar och att de inte utgör något större underlag för slutbetyget. Laborationer har en tendens att inte utmana elevens kunskaper och

föreställningar. Det verkar behövas krafttag i att göra laborationerna till ett bra redskap för lärande, inte något som görs bara för att det måste göras.

6.4 Förslag till vidare forskning

Vår undersökning har inte varit den mest optimala av undersökningar. Vi har missat mycket i vår egen undersökning, och därför kan denna undersökning förbättras ordentligt. Vi har därför dessa förslag till vidare forskning:

En undersökning skulle kunna ha samma utgångspunkt som vår undersökning, fast med en mer kvalitativ grund. En inspelning av alla elevgruppers samtal, gärna på video för att verkligen fånga vad eleverna sysslar med under laborationen, och jämföra elevernas arbete mellan styrd och öppen laboration.

Är man verkligen intresserad av variationsteorin som teoretisk utgångspunkt kan man göra en Learning Study – som ger en bättre förståelse om vilket lärandeobjekt som behöver utvecklas hos eleverna. Här gör man först en kartläggning av elevernas kunskaper om ett visst begrepp eller fenomen för att finna vad eleverna har svårt för. Därefter planeras en lärandesituation – som kan vara en laboration. Utfallet analyseras med hjälp av ett förtest och ett eftertest.

7. Sammanfattning

Ämnet Naturkunskap i gymnasieskolan syftar till att beskriva världen ur ett naturvetenskapligt perspektiv, där laborationer är en del av undervisningen. Enligt Skolverkets läroplan för gymnasieskolan, Lpf 94, ställer informationssamhället nya krav på vilka kunskaper ska eleverna utveckla i skolan och inte minst lärandesituationer som främjar elevernas lärande både teoretiskt och praktiskt (Skolverket, 2006).

Laborationerna är en stor del av det naturvetenskapliga arbetssättet och ses som ett lärandetillfälle där elever genom användandet av material och modeller observerar och förstår den naturliga världen. Syftet med laborationen ska vara tydligt för eleverna för att lärande ska ske, som dock ofta missförstås och instruktionerna bara utförs. Laborationerna ska hjälpa eleverna att få en bättre attityd till naturvetenskapen. Laborationerna kan vara styrda och öppna, där de styrda planeras av lärare och har detaljerade instruktioner medan de öppna ska eleverna planera själva.

Syftet med undersökningen var att jämföra *vad* eleverna lär sig i styrda respektive öppna laborationer om verkningsgrad i Naturkunskap A på Elprogrammet. I studien medverkade 18 elever som går första året på gymnasiet. Enligt forskningen skulle eleverna lära sig mer från de öppna laborationerna eftersom de har mer frihet till att planera och tänka igenom hur de ska gå till väga för att nå ett resultat medan i de styrda eleverna följer bara upp instruktionerna. Undersökningen utfördes genom att jämföra elevernas förkunskaper och efterkunskaper då de har genomfört antingen en styrd eller en öppen laboration och sedan analyserades utfallet med ett variationsteoretiskt perspektiv. Studien utökades med observationer för att kunna analysera vilka aspekter av lärandeobjektet (verkningsgrad) blir tydliga efter de genomförda laborationerna.

Med resultatet från undersökningen kan vi inte bedöma om att den styrda laborationen är bättre än den öppna. Procentuella förändringar av medelvärdet från förtest och eftertest är mindre än 10 %. Vidare fann vi att arbetssättet i den öppna laborationen kretsade kring process och förståelse, medan i den styrda fokuserades elevernas insatser på att fylla i tabeller och producera resultat.

8. Litteraturförteckning

Carlgren, I. och Marton, F. (2005) *Lärare av imorgon*, Kristianstad

Carlsson, B. (2002) *Variationsteori och naturvetenskapligt lärande*. Luleå: Luleå Tekniska Universitet

Claesson, S. (2007) *Spår av teorier i praktiken: Några skolexempel*. Lund: Studentlitteratur

Cohen, L., Manion, L. och Morrison, K. (2007) *Research Methods in Education*. New York: Routledge

Furtak, E. och Alonzo, A. (2010) The Role of Content in Inquiry-Based Elementary Science Lessons: An Analysis of Teacher Beliefs and Enactment. *Research in Science Education*, Vol. 40, Nr. 3, s. 425-449

Glaesser, J., Gott, R., Roberts, R. och Cooper, B. (2009) The Role of Substantive and Procedural Understanding in Open-Ended Science Investigations: Using Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis to Compare Two Different Tasks. *Research in Science Education*, Vol. 39, Nr. 4, s. 595-624

Gottfridsson, D., Jonasson, U. och Lindfors, T. (2007) *Nexus Fysik A*. Malmö: Gleerups

Helldén, G., Lindahl, B. och Redfors, A. (2005) *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt*. Stockholm: Vetenskapsrådet

Hofstein, A. och Lunetta, V. N. (2004) The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, Vol. 88, Nr. 1, s. 28-54

Hofstein, A., Nahum, T. och Shore, R. (2001) Assessment of the Learning Environment of Inquiry-type Laboratories in High School Chemistry. *Learning Environments Research*, Vol. 4, Nr. 2, s. 193-207

Holmqvist, M. (red.) (2006). *Lärande i skolan. Learning study som skolutvecklingsmodell*. Lund: Studentlitteratur

Holmqvist, M., Lövdahl, C. och Strömberg, L. (2006) När blir en funktion en ekvation?
I: Holmqvist, M. (red.) (2006). *Lärande i skolan. Learning study som skolutvecklingsmodell*. Lund: Studentlitteratur

Hult, H. (2000) Laborationen – myt och verklighet: En kunskapsöversikt över laborationer inom teknisk och naturvetenskaplig utbildning. Linköpings Universitet: *CUPs rapportserie*
Url: <http://www.liu.se/cul/filarkiv-cul/1.94131/LaborationenSeptember-26-2008.pdf> [2010-04-12]

Högström, P. (2009) *Laborativt arbete i grundskolans senare år – lärares mål och hur de implementeras*. Umeå: Umeå Universitet.

Kirschner, P. och Huisman, W. (1998) 'Dry laboratories' in science education; computer-based practical work. *International Journal of Science Education*, Vol. 20, Nr. 6, s. 665 - 682

Krajcik, J., Blumenfeld, B., Marx, R. och Soloway, E. (2000). Instructional, Curricular, and Technological Supports for Inquiry in Science Classrooms.

I: Minstrel, J. och Van Zee, E. (Red.) *Inquiry into inquiry: Science learning and Teaching*, Washington: American Association for the Advancement of Science Press, s. 283 - 315

Kurten-Finnäs, B. (2008) *Det var intressant, man måste tänka så mycket – Öppna laborationer och V-diagram i kemiundervisningen*. Åbo: Åbo Akademi Förlag.

Kylén, J. (2004) *Att få svar – intervju, enkät, observation*. Stockholm: Bonnier Utbildning

Lindh, B. (2003) *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Löfdahl, S. (1987) *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola: Kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel*. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.

Madsén, T. (1999) *Att skapa goda betingelser för lärande – meningsfull kommunikation och begreppslig progression.*

Url: http://www.distans.hkr.se/anders/texter/progression_madsen.pdf [2010-05-30]

Marton, F. och Booth, S. (2000) *Om lärande.* Lund: Studentlitteratur

Marton, F. (2008) *Sammandrag Marton WALSO8 – tolkad av Eva Wennås Brante.*

Url: <http://www.slideboom.com/presentations/74594/Sammandrag-Marton-WALSO8> [2010-05-12]

Marton, F., Runesson, U. och Tsui, A. (2004). The space of learning.

I: Marton, F. och Tsui, A. (2004) *Classroom Discourse and the Space of Learning.* Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associate Publisher.

Park, J., Jang, P. och Kim, I. (2009) An Analysis of the Actual Processes of Physicists' Research and the Implications for Teaching Scientific Inquiry in School. *Research in Science Education*, Vol. 39, Nr. 1, s. 111-129

Redish, E. (2003) *Teaching Physics with the Physics Suite.* Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

Runesson, U. (2006) Vad är möjligt att lära sig.

I: Holmqvist, M. (red.) (2006). *Lärande i skolan. Learning study som skolutvecklingsmodell.* Lund: Studentlitteratur

Schulz, W. och McRobbie, C. (1994) A Constructivist Approach to Secondary School Science Experiments. *Research in Science Education*, Vol. 24, Nr. 1, s. 295-303

Sjøberg, S. (2009). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik.* Lund: Studentlitteratur.

Skolverket (2006) *Läroplan för de frivilliga skolformerna Lpf94.* Stockholm: Skolverket.

Skolverket. (2000a) *Naturkunskap*

Url: <http://www.skolverket.se/sb/d/726/a/13845/func/amnesplan/id/NK/titleId/Naturkunskap>
[2010-05-14]

Skolverket. (2000b) *Naturkunskap A*

Url: <http://www3.skolverket.se/ki03/info.aspx?sprak=SV&id=NK&skolform=21&ar=0304&infotyp=17> [2010-06-11]

Skolverket. (2000c) *Naturkunskap B*

Url: <http://www3.skolverket.se/ki03/info.aspx?sprak=SV&id=NK&skolform=21&ar=0304&infotyp=17> [2010-06-11]

Stensmo, C. (2002) *Vetenskapsteori och metod för lärare – en introduktion*. Uppsala: Kunskapsföretaget

Svensson, L. (2009) *Introduktion till pedagogik*. Stockholm: Norstedts Akademiska förlag

Trost, J. (2007) *Enkätboken*. Lund: Studentlitteratur

Trundle, K., Atwood, R., Christopher, J. och Sackes, M. (2010) The Effect of Guided Inquiry-Based Instruction on Middle School Student's Understanding of Lunar Concepts. *Research in Science Education*, Vol. 40, Nr. 3, s. 451-478

Vetenskapsrådet (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk samhällsvetenskaplig forskning*.

Url: <http://codex.vr.se/forskninghumsam.shtml> [2010-05-25]

Vikström, A. (2005) *A seed for learning. A variations theory study of teaching and learning in biology*. Luleå: Luleå Tekniska Universitet

Wernberg, A. (2006) *Lärare lär om elevers lärande med hjälp av learning study*.

I: Holmqvist, M. (red.) (2006). *Lärande i skolan. Learning study som skolutvecklingsmodell*.

Lund: Studentlitteratur

Wesley Null, J. (2003) Education and Knowledge, Not 'Standards and Accountability': A Critique of Popular Reform Rhetoric Based on the Work of Dewey, Bagley, and Schwab. *Educational Studies* 34, s. 397–413.

Wickman, P. (2002) Vad kan man lära sig av laborationer?

I: Strömdahl, H (red.) (2002) *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur

Wiersma, W. och Jurs, S. (2005) *Research Methods in Education: An Introduction*. Boston: Pearson Education, Inc.

Wolf, S. och Fraser, B. (2008) Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-school Science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities. *Research in Science Education*, Vol. 38, Nr. 3, s. 321-341

Zion, M., Cohen, S. och Amir, R. (2007) The Spectrum of Dynamic Inquiry Teaching Practices. *Research in Science Education*, Vol. 37, Nr. 4, s. 423-447

Bilagor

Bilaga A

Verkningsgrad – öppen version

Teori:

Verkningsgrad beskriver effektivitet. Till exempel får vi dagligen i oss energi genom maten – det är vårt bränsle. En del av energin används till kroppens olika system och när kroppen rör sig. En del av energin förloras som värme. Människokroppens verkningsgrad är då den *del* av den tillförda energin (bränslet) som används till de processer som vår kropp behöver och det arbete (rörelse) vi utför.

Verkningsgrad beräknas genom följande formel:

$$\text{Verkningsgrad} = \frac{\text{Nyttig energi}}{\text{Tillförd energi}}$$

Olika ämnen har olika värmekapacitet, vilket betyder förmåga att hålla värme.

Värmekapaciteten beskriver hur mycket energi som krävs för att ändra temperaturen hos ett visst ämne. Vattens värmekapacitet är $4,2 \text{ J/g} \cdot \text{grad}$ vilket innebär att det krävs 4,2 J för att värma 1 gram vatten 1 grad.

Syftet med laborationen är att:

1. Bestämna verkningsgraden hos en lampa.

Material: Lampa, termometer, mätglas, tidtagarur, vatten, liten bägare

2. Bestämna verkningsgraden hos en värmeplatta.

Material: Värmeplatta, termometer, mätglas, tidtagarur, vatten, stor bägare

Metod: Hur ska ni göra för att ta reda på verkningsgraden i försök 1 och 2? Det är upp till er att bestämma metod, och ni får självklart hjälp av läraren.

3. Försök att få en högre verkningsgrad än i försök 2 genom att använda olika föremål som finns tillgängliga på materialvagnen.

Bilaga B

Verkningsgrad – styrd version

Teori:

Verkningsgrad beskriver effektivitet. Till exempel får vi dagligen i oss energi genom det vi äter – vårt bränsle. En del av energin används till kroppens olika system och när kroppen rör sig. En del av energin förloras som värme. Människokroppens verkningsgrad är då den *del* av den tillförda energin (bränslet) som används till de processer som vår kropp behöver och det arbete (rörelse) vi utför.

Verkningsgrad beräknas genom följande formel:

$$\text{Verkningsgrad} = \frac{\text{Nyttig energi}}{\text{Tillförd energi}}$$

Nyttig energi: Vattnets massa (g) x temperaturändring x 4,2 Ws (J)

(4,2 Ws = Vattnets värmekapacitet uttryckt i J/gram x grad)

Tillförd energi: Lampans (värmeplattans) effekt (W) x tiden (s) ger energi uttryckt i Ws (J)

Syftet med laborationen är att ni ska:

- Bestämma verkningsgraden då vatten uppvärms av ljusenergi från en lampa.
- Bestämma verkningsgraden då vatten uppvärms av energi från en värmeplatta.
- Välj sedan 1 av dessa olika alternativ och utför två försök till. Jämför med verkningsgraden i försök 2.
 - a) Isolera sida eller isolera öppning
 - b) Använd vitt eller svart papper runt kärlet
 - c) Isolera med olika material, t.ex. papper, bomull, metallfolie.

För in värdena efter hand i tabellen:

	Försök 1	Försök 2	Försök 3	Försök 4
Vattnets massa (g)	50	100		
Starttemperatur				
Sluttemperatur				
Temperaturändring	2° C	60° C	60° C	60° C
Tid (s)				
Nyttig energi (J)				
Tillförd energi (J)				
Verkningsgrad (%)				

Bilaga C
Följebrev enkät
Hej!

Vi heter Jenny Nilsson och Mariana Pop. Vi kommer ifrån Högskolan Kristianstad och studerar till gymnasielärare med inriktning matematik och fysik respektive matematik och naturkunskap. Just nu håller vi på att skriva vårt examensarbete, och vi vill att du ska medverka i vår undersökning. Därför vore vi tacksamma om du tar dig tid att svara på vår enkät som handlar om avsnittet energi och svara så ärligt du kan på de frågor vi ställer dig.

Tack för din medverkan!

Jenny Nilsson

Mariana Pop

Bilaga D

Enkät: För- och eftertest

Namn: _____

Klass: _____

1. Vilka av dessa påståenden håller du med?

	Håller med	Håller inte med	Vet inte
Det behövs energi för att växter och djur ska kunna leva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det behövs energi för att koka vatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bilar får energi från bränslet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energi tar slut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energi omvandlas från en form till en annan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Allt arbete kräver energi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Energi påverkas av:

	Håller med	Håller inte med	Vet inte
Rörelse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Höjd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hastighet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Temperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Annat, nämligen: _____

Effekt och verkningsgrad

3. Vad är effekt?

- Verkan på någonting
- Energiförbrukning
- Energi per tidsenhet

4. Beskriv verkningsgrad genom att använda dig av följande begrepp: ”nyttig energi, tillförd energi, effekt, tid, arbete”. Du behöver inte använda alla begrepp och kan använda dig av andra än dessa.

5. Varför använder man ett begrepp som verkningsgrad?

	Håller med	Håller inte med	Vet inte
För att få ett mått på effektivitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För att veta hur mycket av energin gör nytta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
För att mäta energiförbrukning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Hur beräknas verkningsgrad? (Välj ett alternativ)

- $effekt \cdot tid$ $\frac{tillförd\ energi}{nyttig\ energi}$ $\frac{arbete}{tillförd\ energi}$
- $\frac{nyttig\ energi}{tillförd\ energi}$ $\frac{arbete \cdot tid}{nyttig\ energi}$
- Annat, nämligen: _____

7. Vilken enhet har verkningsgrad?

- Joule
 Ws
 kWh
 ° (grader)
 har ingen enhet
Annat, nämligen: _____

8. Hur kan man höja en spisplattas verkningsgrad när man kokar vatten i kastrull? Vilket eller vilka alternativ passar?

- Kastrullen täcker hela plattan
 Kastrullen täcker bara en del av plattan
 Koka med lock på kastrullen
 Koka utan lock på kastrullen.

Finns det andra sätt att höja verkningsgraden? I så fall, berätta hur:

9. Är det något du skulle vilja tillägga om energi, effekt eller verkningsgrad?