

# Kemilaborationen i förändring

Sex erfarna lärares syn på hur laborationer förändrats över tid

Niklas Larsson

Kemi AV, Självständigt arbete i kemididaktik för ämneslärare  
Högskolepoäng: 15 hp  
Termin/år: Vårterminen 2019  
Handledare: Anna-Karin Westman  
Examinator: Förmamn Efternamn  
Kurskod/registreringsnummer: KE023A  
Utbildningsprogram: UPEKG Lärarutbildning - Kompletterande pedagogisk utbildning

# Sammanfattning

Denna forskningsrapport fokuserar på gymnasieskolans laborationer i kemi och hur dessa förändrats under de senaste 10-20 åren. Motivet till att studera detta är ambitionen att få ökad didaktisk förståelse för laborationen som viktigt inslag i kemiundervisningen. I ett större perspektiv kan detta vara av intresse för att analysera om förändringar av gymnasieskolans kemilaborationer kan utgöra en delförklaring till att svenska universitet upplever ett minskat söktryck för kemi på högskolenivå och om delförklaring kan finnas för att Sverige som nation inte når samma resultat i naturvetenskap som vissa andra länder i internationella kunskapsmätningar. Sex erfarna lärare från sex olika skolor har intervjuats om sina upplevelser av kemilaborationen och vad som påverkat dess utveckling. Ramfaktorteori har varit grundläggande för detta arbete och som analysmetod har fenomenografin valts. Resultaten visar på en stor variation i vad lärare anser påverkat kemilaborationens förändring. Ökat medvetande och högre krav från lagar och förordningar inom säkerhetsområdet samt att lärare upplever sig ha mindre tillgänglig tid för laborationerna framstår som de tydligaste orsakerna till gjorda förändringar. Även kompensation för försämrade praktiska färdigheter hos elever som lämnar grundskolan framkommer som en bakomliggande faktor. Den nya läroplanen Gy 2011, kostnadsöverbälganden och kemilokalernas beskaffenhet framkom som mindre avgörande för kemilaborationens utveckling.

Sökord/ Nyckelord: Kemi, Laborationer, Förändring, Ramfaktorer, Fenomenografi

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>1</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>4</b>
<b>Bakgrund</b> .....	<b>5</b>
Olika typer av laborationer och mål med dessa .....	5
Lärande, kunskapskrav och bedömning av laborationer.....	5
PISA .....	7
Elevens intresse för kemi.....	7
Kemilaborationers säkerhetsaspekter .....	8
<b>Syfte och frågeställning</b> .....	<b>10</b>
<b>Teoretiskt ramverk</b> .....	<b>11</b>
Ramfaktorteori .....	11
Fenomenografi .....	11
<b>Metod</b> .....	<b>12</b>
Urval .....	12
Genomförande.....	13
Forskningsetiska principer .....	13
Analys.....	13
<b>Resultat</b> .....	<b>15</b>
Nya läroplanen Gy 2011.....	15
Lärares tillgängliga tid .....	16
Vad som avgör vilka laborationer som genomförs .....	16
Lokalernas beskaffenhet och gruppstorlek .....	17
Säkerhetsaspekter .....	17
Kostnadsöverväganden.....	17
Eleverna.....	18
Sammanfattning av resultat .....	18
<b>Diskussion</b> .....	<b>20</b>
Gy 2011 .....	21
Kostnadsöverväganden och lärares tillgänglig tid.....	21
Lärdomar om vad som avgör typ av laboration.....	22
Eleverna.....	22
Säkerheten - på allas läppar.....	22
Resultatens giltighet och begränsningar.....	23

Avslutande diskussion om didaktiska konsekvenser och slutsatser från denna rapport ..... 24

**Referenser** ..... **25**

**Bilagor**

Bilaga 1:      Intervjuformulär – Laborationer på gymnasiet

## Inledning

Det här arbetet handlar om laborationer i kemi och hur de förändrats över tid. Jag minns mina egna laborationer och demonstrationer från högstadiet och gymnasiet på sjuttio- och åttiotalet. Kemisalarna var dedikerade och specialbyggda som små vetenskapslaboratorier. En hel del farliga ämnen hanterades och vi arbetade normalt i helklass med 20 till 25 elever. Varje laboration kunde ta en bra stund. Vi bar slitna labbrockar fulla med hål från syrastänk, men använde trots detta inga skyddsglasögon. Redan på högstadiet hade vi framställt tvål, bomullskrut och en varsin spegel. Vi fick lära oss att lukta på den "5-molariga" ammoniakgen genom att svepa handen över flaskans mynning i riktning mot näsborrarna. Det stack till ordentligt och huvudet liksom kastades bakåt. En dag sköt "kemimajen" iväg ett lock med knallgas så att det flög över huvudena på mig och mina 15-åriga klasskamrater. Jag kan mycket väl minnas fel, men det är åtminstone så jag återskapar bilderna från en avlägsen tid och detta skiljer sig markant från dagens elevers verklighet. Det är kanske inte oväntat eftersom världen också ser annorlunda ut idag. Från en didaktisk synvinkel kan man dock fundera på vad skillnaderna består i och vilka omvärldsfaktorer som haft störst inverkan på förändringen av kemilaborationen i skolan. Intresset för att studera kemi på universitetsnivå har sjunkit i Sverige (Broman, Ekborg & Johnels, 2011) och studenterna finner inte kemi lika engagerande längre. Ett allmänt ökat säkerhetsmedvetande har utvecklats i samhället och många förknippar kemikalier med risker. Har detta också påverkat kemilaborationerna i gymnasiet?

Jag har arbetat ett antal år i industrin och sett en närmast besatthet i att minimera risker. Exempelvis förbjöd det företag där jag arbetade helt hanteringen av fluorvätesyra på våra laboratorier, samma syra som jag på högstadiet självständigt använde för att etsa i glas med. Inte bara säkerhetskulturen i samhället är annorlunda idag, ett antal nya läroplaner har sjösatts sedan jag lämnade skolan. 90-talet har beskrivits som den snabbaste reformperioden i svensk skolhistoria (Lundgren, 2017). Skolan har kommunaliserats och det fria skolvalet införts. Skolor konkurrerar i praktiken med varandra idag och resurserna sägs ibland vara alltför begränsade (Peterson, 2011).

Av nämnda orsaker känns det angeläget att närmare studera kemilaborationens utveckling. Jag kommer i denna studie undersöka om, och i så fall varför, laborationerna i ämnet kemi på gymnasiet har förändrats under de senaste 10-20 åren. Att studera läromedel för att finna svaret är svårt då läroböckerna i kemi numera normalt inte innehåller några laborationsanvisningar. På vissa hemsidor kan man hitta olika typer av laborationer, men vi vet fortfarande inte vilka som utförs i verkliga livet på skolorna. Det finns heller inga arkiv på skolorna som är tillgängliga och som sparar sådana uppgifter. Kemilärarna är de som bestämmer vad som sker i skollaboratoriet och det är därför till lärarna jag vänder mig då jag söker svar på mina forskningsfrågor.

## Bakgrund

Laborationer i kemi har tilldragit sig omfattande intresse från forskare och lärarstudenter. Områden som studerats är kategorisering av olika typer av laborationer, syften med laborationer, lärares bedömning av laborationer, kopplingar till lärandemål och styrdokument, efterlevnad av säkerhetsföreskrifter, för att ta några exempel. När kemilärare ska intervjuas är det viktigt att först sätta sig in i deras situation och verklighet. Genom att studera ämnesdidaktisk litteratur och tidigare forskning kan lämpliga intervjufrågor konstrueras. Följande avsnitt tar upp relevant litteratur och refererar till några av de rapporter som är av särskilt intresse för denna studie.

### Olika typer av laborationer och mål med dessa

Denna studie bygger på intervjuer och för att bättre förstå svaren som lärarna ger behöver vi sätta in kemilaborationen i ett större sammanhang där dess syfte och allmänna karaktär ringas in. Sjöberg (2011) beskriver laborationer som tillfällen då elever inhämtar egna erfarenheter via material och utrustning och att dess praktiska utformning och pedagogiska funktion varierar mycket. Om laborationer är "bra" eller "dåliga" måste bedömas i förhållande till dess mål. Ofta görs tillrättalagda försök som leder till slutsatser utifrån vad som studerats. En vanlig pedagogisk motivering är att förstärka stoffet och göra så att eleven bättre kommer ihåg.

Hult (2000) resonerar i termer av "torra" och "våta" laborationer, där den förra handlar om digitala simuleringar och den senare om att hantera verkligheten via kemikalier, växter, maskiner och liknande fysiska ting. Begreppet laborationer i den här rapporten är alltid "våta" såvida inte annat uttryckligen nämns. Hult (2000) ser laborationer som komplement till teorin där tillämpningar visas och det hjälper eleven att utveckla analytiskt och kritiskt tänkande. Han menar att laborationer ökar förståelsen för det vetenskapliga arbetet och utvecklar färdigheter att använda olika tekniker. Högström, Ottander och Benckert (2006) undersökte lärares mål med laborativt arbete och visade att kognitiva aspekter var vanligast. Teman för dessa mål handlade om att utveckla elevers förståelse för fenomen och begrepp, att anknyta till verklighet och vardag samt att tänka och reflektera kring det laborativa arbetet i sig. Dessa mål var vanligare hos lärare än att utveckla praktiska färdigheter. Bland känslomässiga (affektiva) aspekterna på målen framträdde både att roa och att intressera. Under resultat- och metodavsnittet kommer dessa tankegångar att följas upp.

### Lärande, kunskapskrav och bedömning av laborationer

Lärare nämner emellanåt att laborationer är "öppna", men vad betyder detta egentligen? Redan 1962 kategoriserade Schwab (1962) olika typer av laborationer efter frihetsgrad i fråga om frågeställning, metod och resultat. Han definierade frihetsgrader på en skala 0-3 där 0 motsvarade givna förutsättningar för eleven i samtliga nämnda kategorier (se tabell 1).

### Frihetsgrader enligt Schwab (1962)

Frihetsgrad	Frågeställning	Metod	Resultat
0	Given	Given	Given
1	Given	Given	Öppen
2	Given	Öppen	Öppen
3	Öppen	Öppen	Öppen

Tabell 1. Laborationers frihetsgrader enligt Schwab (1962)

En 1:a i frihetsgrad motsvarar att resultatet är öppet, men att frågeställning och metod är givna. Dessa två "lägsta" former av laborationer kallas ofta för "slutna" laborationer och liknas ibland lite nedlåtande vid att följa kokboksrecept. Med andra ord skulle dessa laborationer inte stimulera till kreativitet och eget tänkande.

Hofstein och Lunetta (2004) har intresserat sig för laborationens roll i den naturvetenskapliga utbildningen. De identifierar att antal faktorer som motverkar lärande i laborationer:

- Många laborationer består av "kokboksrecept" som eleven ska följa som en ritual
- Elever bedöms inte enligt deras praktiska förmågor i laboratoriet
- Lärare är ofta inte tillräckligt informerade och kunniga om vad som är det bästa professionella sättet att genomföra laborationen på
- Begränsade faktorer inverkar såsom tidsbrist, stora klasser och bristande flexibilitet i schemalaggningen av laborationssalen.

Progressiva kemilärare som vill utveckla sin repertoar av laborationer och sättet på hur laborationerna genomförs kan tänkas ha åtminstone några av Hofstein och Lunettas faktorer i tankarna. Abrahams, Reiss och Sharpe (2013) har undersökt hur praktiska färdigheter inom naturvetenskapliga utbildningar bedöms och de finner att de många gånger definieras mindre precist jämfört med de traditionella kunskaperna i ämnet. De menar också att det finns så många olika praktiska färdigheter att bedöma att det svårligen låter sig göras summativt. Dessa slutsatser leder oss vidare till att närmare undersöka situationen i Sverige. I den aktuella ämnesplanen för Kemi 1 på gymnasiet (Skolverket, 2011) framgår att eleven ska utveckla

*"Förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt förmåga att hantera kemikalier och utrustning"*

I kunskapskraven som följer i samma dokument definieras nivån på laborativa färdigheter på E-nivå på följande vis:

*”Eleven planerar och genomför i samråd med handledare experiment och observationer på ett tillfredsställande sätt. Dessutom hanterar eleven kemikalier och utrustning på ett säkert sätt. Vidare tolkar eleven sina resultat, utvärderar sina metoder med enkla omdömen och motiverar sina slutsatser med enkla resonemang.”*

Texten är nära på identisk för nivåerna C och A, men orden i fetstil varierar och beskriver den progression eleven kan göra. För A-nivå tillkommer också ytterligare ett kunskapskrav vilket lyder:

*”Vid behov föreslår eleven också förändringar.”*

Även i den föregående läroplanen från 1994 (Skolverket, 1995) var laborationer obligatoriska moment i kemiundervisningen, och på de sätt de utfördes gav också underlag för en bedömning. Det som däremot inte framgår av varken nuvarande eller föregående läroplan för gymnasiet är antalet laborationer som bör utföras under en kurs. Det är alltså helt upp till läraren att avgöra detta.

## PISA

En gynnsam utveckling av skolans kemilaboration leder förhoppningsvis till att Sverige som nation kan prestera bättre i internationella jämförelser. Den internationella kunskapsundersökningen PISA 2015 (Skolverket, 2016) som genomfördes bland 15-åringar i OECD länder visade att Sverige låg på ett genomsnitt bland deltagande länder i fråga om prestationer inom naturvetenskap (biologi, fysik och kemi). Det var en svag förbättring jämfört med 2012, men å andra sidan en svag försämring från 2002. Det kan nämnas att ingen av dessa förändringar var statistiskt säkerställd. Mätningen visade också att Sverige var klart distanserat av Japan, Finland och Kanada. Vi låg även efter de stora och näraliggande länderna Storbritannien och Tyskland.

## Elevers intresse för kemi

Det har redan konstaterats att elevers begagnande av både teoretiska och praktiska kunskaper skall vara fokus för kemilärarna och en intresserad elev lär sig sannolikt mer än en ointresserad. Broman, Ekborg och Johnels (2011) undersökte svenska gymnasieelevers intresse för kemi och fann att de var relativt nöjda med den undervisning som bedrevs. Eleverna föreslog dock som förbättringsförslag att tydligare kopplingar till vardagslivet kunde göras och att de ville ha fler laborationer i sin undervisning. Undersökningen gjordes utifrån att söktrycket på svenska universitetsutbildningar i kemi sjunkit och att det kunde ha en möjlig orsak att elevers intresse för ämnet sjunkit. Broman et al. (2011) rapporterade också att det fanns avsevärda skillnader på vilka kemiområden elever upplevde som lätta respektive svåra jämfört med vad deras lärare trodde om



elevernas upplevelse. Detta är intressant i sig, men visar också att en undersökning kan generera olika slutsatser beroende på viken grupp som undersöks. Om exempelvis lärare intervjuas om ett fenomen kan utfallet skilja sig från ifall rektorer intervjuas om samma fenomen.

Sjöberg (2009) tar upp det experimentella arbetets betydelse för motivation, vilken uppstår då eleven lär sig lita på sina egna förmågor. Samtidigt utvecklas samarbetsförmåga när konkreta uppgifter löses i grupp. Sjöberg påpekar vidare att det finns ett litet samband mellan PISA resultaten i naturvetenskap och hur mycket experimentellt arbete som eleven gjort, men att PISA inte heller är av experimentell karaktär. Även Hult (2000) identifierar laborationens betydelse vad gäller att skapa motivation hos eleven. Laborationen ger också eleven ökad förståelse för det vetenskapliga arbetet och utvecklar den sociala kompetensen och den kommunikativa förmågan. Också Gruvberg (2008) visar att laborationer där verkliga ("våta") försök utförs är viktig för elevers förståelsearbete. Bennett & Kennedy (2001) tar upp laborationens förmåga att generera motivation hos eleven genom att stimulera intresse och skapa glädje.

Sammanfattningsvis framhåller många forskare betydelsen av laborationen ur motivationssynpunkt.

## Kemilaborationers säkerhetsaspekter

Medvetandet om kemiska hälsorisker och nödvändigheten att beakta dessa har ökat i samhället. För att få en känsla för denna utveckling gjorde jag ett antal sökningar i Mittuniversitetets bibliotekssystem för publicerad litteratur (se tabell 2).

Sökmotor: Primo, Mittuniversitetets bibliotek									
Antal träffar inom följande tidsperioder	Sökord: Chemical Safety			Sökord: Laboratory Safety Students			Sökord: Laboratory Safety		
	Ökning (%)	Ökn. (%) snitt/år	Ökn. (%) snitt/år	Ökning (%)	Ökn. (%) snitt/år	Ökning (%)	Ökn. (%) snitt/år	Ökning (%)	Ökn. (%) snitt/år
1800-1900	671			31			209		
1901-1950	1 967	193%	2%	709	2187%	6%	2 542	1116%	5%
1951-1970	4 806	144%	5%	1 044	47%	2%	5 788	128%	4%
1971-1980	9 340	94%	7%	1 644	57%	5%	11 440	98%	7%
1981-1990	21 764	133%	9%	3 055	86%	6%	25 930	127%	9%
1991-2000	64 915	198%	12%	8 408	175%	11%	75 876	193%	11%
2001-2010	157 447	143%	9%	21 892	160%	10%	190 879	152%	10%
2011-2017	237 822	51%	6%	31 114	42%	5%	292 056	53%	6%
Summa	498 732			67 897			604 720		

Tabell 2. Antalet sökträffar i Miuns sökmotor Primo för ordkombinationerna "Chemical + Safety", "Laboratory + Safety + Students" samt "Laboratory + Safety"

Baserat på tre sökalternativ, som för denna studie framstår som relevanta, nämligen Chemical Safety, Laboratory Safety Students respektive Laboratory Safety, framgår tydligt att den snabbaste utvecklingen skedde under 1990-talet i fråga om vetenskapligt intresse för kemiska säkerhetsfrågor och säkerhet på laboratorier, med eller utan studenter. Detta stämmer också väl överens med en hög aktivitet inom den svenska arbetsmiljömyndigheten som på den tiden gick under namnet Arbetarskyddsstyrelsen

och som idag heter Arbetsmiljöverket. År 1997 utkom en föreskrift om "Laboratoriearbete med kemikalier" (Arbetskyddsstyrelsen, 1997) där det framgår att allt laboratoriearbete kräver riskbedömning. Under mitten av 2000-talet upphävdes föreskriften och ersattes av andra. Det finns idag inga specifika föreskrifter för laboratorier, men många krav kvarstår ändå i andra föreskrifter, bland annat kravet på riskbedömning.

En svensk lärare i kemi har rimligtvis känt av den allmänna utvecklingen av säkerhetstänkande i samhället, men också den mer specifika utvecklingen av lagar och föreskrifter beträffande laboratoriearbete och hantering av kemikalier.

I en amerikansk studie (Richards-Babb, Bishoff, Carver, Fisher och Robertson-Honecker, 2010) framgår att det finns en brist inom deras gymnasieskolor i delstaten i fråga om både behöriga kemilärare och dedikerade kemisalar för laborationer. Lärarna i studien sade sig ha otillräckliga kunskaper om kemisk laboratoriesäkerhet och efterlyste sådan utbildning. Någon obligatorisk säkerhetsutbildning ingår inte heller i kraven för svensk behörighet som kemilärare.

Med utgångspunkt i en olycka som skedde 2001 i ett amerikanskt klassrum för kemi tog West, Westerlund, Stephenson, Nelson och Nyland (2003) fram ett antal rekommendationer för att öka säkerheten inom kemiundervisningen. Som några exempel på dessa rekommendationer kan nämnas:

- Mindre klasstorlek med max 24 elever
- Specifierade minimiytor per elev och max två elever per arbetsstation
- Tillåtande av endast behöriga lärare som också genomgått säkerhetsutbildning
- Närvaro av skriftlig säkerhetspolicy där rutiner för hantering av olämpligt beteende framgår
- Begränsning av arbetsuppgifter för naturvetenskapliga lärare utanför själva undervisningen av de naturvetenskapliga ämnena
- Säker design av skollaboratorier, vilket inkluderar specificerad ventilation och adekvata utrymmen för kemikalielagring.

Under diskussionsavsnittet kommer del av dessa rekommendationer följas upp.

Givet denna bakgrund med sviktande motivation för högre studier i kemi, svaga naturvetenskapliga resultat i internationella kunskapsjämförelser och ett ökat tryck på skolor och lärare ifråga om säkerhetsaspekter kan frågan ställas om det går att avläsa någon förändring i kemilaborationen på svenska gymnasier. En sådan förändring skulle kunna vara en konsekvens av eller förklaring till dessa större skeenden.

## Syfte och frågeställning

Denna studie syftar till att bidra med ökad kunskap om laborationer i kemi ur ett didaktiskt perspektiv. Det görs genom att undersöka om kemilaborationerna på gymnasiet har förändrats under de senaste 10-20 åren och vad i så fall som har varit orsaken till en förändring. Som tidigare påpekats har intresset för kemi minskat bland svenska studenter (Broman et al., 2011). Dessutom skulle Sverige som nation vinna på att nå högre resultat i de internationella kunskapsjämförelserna såsom exempelvis PISA (Skolverket, 2016). Laborationer har en förmåga att personligen aktivera eleven eftersom praktiska moment behöver hanteras av varje enskild individ och många sinnen aktiveras samtidigt. Laborationen är också en väsentlig del av kemiämnet enligt ämnesplanen (Skolverket, 2011). Vidare är det praktiska arbetet i ett laboratorium ofta en viktig del av hur den naturvetenskapliga forskningen bedrivs (Sjöberg 2011) och eleverna behöver därför utveckla sådana färdigheter. Det finns alltså flera anledningar till varför vi bättre måste förstå vad som händer i kemilaborationen och hur den förändrats över tid.

Syftet är alltså att bättre kunna förstå OM laborationer ändrats och i så fall VAD som påverkat en sådan förändring. VAD blir i det här fallet närbesläktat med svaret på VARFÖR laborationen ändrats. Däremot kommer inte studien specifikt svara på HUR laborationer ändrats. Det är ett mycket omfattande arbete att inkludera HUR och det får därför lämnas till en eventuell uppföljande studie. Med hjälp av ett antal ramfaktorer kan forskningsfrågorna formuleras på följande vis:

- Har kemilaborationerna på svenska gymnasier ändrats under de senaste 10-20 åren?
- Om så är fallet, vad är orsaken till en sådan förändring?
- Har faktorer såsom en ny läroplan, kostnadsöverbäganden, begränsning i tillgänglig tid, elevers attityd och/eller säkerhetsaspekter påverkat?
- Finns andra orsaker till förändring som inte hittills räknats upp?

# Teoretiskt ramverk

## Ramfaktorteori

Ramfaktorteori utgår från en egentligen ganska enkel tanke, nämligen att om förutsättningen  $f$  inte föreligger kan handlingen  $h$  inte utföras (Linde, 2012). Det finns således alltid bara ett begränsat "frirum" för möjliga handlingar. Exempel på ramfaktorer som begränsar lärarens handlingsmönster kan vara tillgänglig tid som ges för läraren, antalet elever i klassen, vilka lokaler som erbjuds för den aktuella undervisningen, nivå på tillgänglig utrustning, bedömningskrav, betygssystem, kompetenskrav ställda på lärare samt statliga beslut och regleringar som i något avseende begränsar läraren. Läroplanen inkluderar bland annat bedömningskrav, men också mycket annat. Läroplanen kan alltså sägas utgöra en ramfaktor, som i sig kan delas upp i mindre bitar.

## Fenomenografi

Fenomenografin utvecklades av forskare knutna till Göteborgs universitet för cirka 40 år sedan. Vetenskapen kan ställa två typer av frågor om verkligheten (Marton, 1981). Den första är frågor om hur verkligheten ser ut och varför den gör det. Marton kallar denna kategori av frågor för *första ordningens*. Den andra typen av frågor som en forskare kan ställa handlar om hur människor uppfattar eller tänker kring denna verklighet. Detta utgör *den andra ordningen*. Vi gör alltså en distinktion mellan *vad som är* och *vad som uppfattas*. I det första perspektivet orienterar vi oss efter världen och gör utsagor om den. I det andra perspektivet orienterar vi oss efter människors uppfattning om världen och deras erfarenhet av den. Fördelen med det är att vi inte nödvändigtvis behöver veta den innersta sanningen om fenomenen. Det är tillräckligt intressant att känna till människors upplevelser av företeelserna eftersom detta får reell betydelse för beslutsfattande och i val av handling. Den andra ordningen är också fristående från den första på så vis att andra ordningens slutsatser inte kan härledas från den första ordningens.

Fenomenografin utgår från att det finns en variation i människors uppfattningar (Alexandersson, 1994) och urvalet av en undersökningsgrupp görs så att en sådan variation kan framkomma. Man kan därför välja ut de som ska intervjuas strategiskt snarare än representativt. Fenomenografin gör inte anspråk på att resultaten ska kunna generaliseras till hela populationen utan snarare att identifiera kvalitativt olika uppfattningar om en företeelse.

## Metod

När man studerar en förändring kan man beskriva en företeelse i termer av "före" och "efter". När det gäller kemilaborationer i skolan är detta väldigt svårt. En orsak är att de flesta läromedlen i kemi numera inte innehåller laborationsanvisningar och inte heller styrdokumentet uttalar sig om vilka laborationer som ska genomföras. I den forskningslitteratur jag gått igenom har jag inte funnit några uppgifter om vilka laborationer som det breda kemilärarkollektivet använt sig av. Kanske den bästa indikationen på vilka laborationer som genomförts under historisk tid är några äldre laborationshandledningar från läromedelsförlag som finns tillgängliga via bibliotekens söktjänster. För att få en uppfattning om dagens aktuella och tillgängliga laborationshänvisningar kan man studera några webbsidor på nätet där kemilärare utbyter information om laborationer, såsom KRC (Kemilärarnas resurscentrum) och Skolkemi. Vilka laborationer som i verkligheten utförs i skolorna är det däremot mycket svårt att bilda sig en uppfattning om. Om man nu i den bästa av världar skulle lyckas få fram kompletta förteckningar över tillgängliga laborationshänvisningar från förr och nu dyker ytterligare två stora problem upp. Hur ska man jämföra och kategorisera dessa samt vilka av dessa har verkligen kemilärare använt sig av i undervisningen?

Den metod som valts för detta arbete är djupintervjuer av sex kemilärare på gymnasiet och bygger på fenomenografin som bakomliggande ramverk. Eftersom en central tanke för fenomenografin är att det inte finns något rätt eller lämpligt svar har intervjuerna varit semistrukturerade (Denscombe, 2016). Med det menas att det finns en färdig lista med ämnen eller frågor, men att intervjuaren är flexibel i vilken ordning de ställs och att den intervjuade tillåts utveckla sina idéer. Också i denna studie var frågorna (åtminstone till en början) öppna och det inte har funnits på förhand bestämda svarsalternativ. Däremot har ett antal olika möjliga riktningar på svaren i förväg specificerats, dock utan att vara tänkt som en komplett lista. Detta gjordes för att under intervjusituationen inte missa givna faktorer som kan ha påverkat en förändring. Exempelvis om det är allmänt känt att en läroplansreform genomfördes för gymnasiet 2011 så vore det oklokt att inte åtminstone i slutet av intervjun, då läraren uttömts sina egna "opåverkade" tankar om laborationer, att denne också får en fråga direkt om den nya läroplanen från 2011 har haft någon inverkan på eventuella förändringar som läraren gjort eller observerat i fråga om laborationerna. Man kan därför säga att intervjuerna gick från initialt stor öppenhet till att mot slutet vara mer styrda (se frågelista, bilaga 1).

## Urval

Urvalet av kemilärare som planerades ingå i studien gjordes genom en serie aktiviteter. I första steget identifierades olika gymnasieskolor genom sökningar på nätet. I vissa fall framgick från hemsidan vilka lärare som undervisade i kemi samt deras mejladresser, i andra fall krävdes samtal till skolans angivna kontaktperson som mellansteg. Närmare 20 lärare kontaktades sedan via mejl och de fick frågan om de kunde tänka sig medverka i studien. Samtidigt fick lärarna också frågan om de var behöriga kemilärare och om de arbetat minst 10 år som kemilärare på gymnasienivå. I slutändan återstod sex lärare att intervjua från sex olika skolor i tre olika svenska län. Av de sex intervjuade fanns tre kvinnor och tre män. Två av lärarna arbetade på friskolor och de övriga på kommunala gymnasier. Åldersmässigt fanns en variation från cirka 45 år till nästan pensionär.

## Genomförande

De sex lärare som ingick i studien intervjuades antingen i ett personligt möte på deras skola eller via en telefonintervju. I båda fallen spelades samtalen in för att senare kunna analyseras. Grundfrågorna som ställdes framgår av Bilaga 1. Beroende på svar kunde ytterligare förståelsefördjupande frågor ställas. I så gott som samtliga fall kunde manuset i angiven ordning följas från början till slut. Intervjumanuset kan delas upp i fem segment eller steg. I det första segmentet gavs information om forskningsarbetets syfte och de etiska principer som skulle respekteras (se frågeformuläret i bilaga 1 samt nästa stycke). I andra steget följde några frågor som kunde besvaras med korta svar. Syftet med dessa var att samla fakta om intervjupersonen och samtidigt bekräfta att den intervjuade uppfyllde kriterierna för att delta (10 års erfarenhet och behörighet). I tredje steget undersöktes klasstorlek vid laborationer, frekvens och längd på laborationerna, om eventuell koncentrationsläsning av ämnet förekom samt vilka typiska laborationer som genomfördes i de två kurserna Kemi 1 och Kemi 2 (Skolverket, 2011). Det fjärde steget kan betraktas som intervjuens viktigaste moment där huvudfrågorna om kemilaborationers eventuella förändringar och orsak till sådan förändring undersöktes. Frågorna var här öppna och den intervjuade uppmuntrades att reflektera. Följdfrågor ställdes i regel inom detta intervjusegment. I det femte och sista steget plockades ett antal på förhand bestämda faktorer fram som kunnat påverka laborationers utveckling. Faktorena betades av systematiskt och läraren fick slutligen en fråga om det var något annat som påverkat som intervjuaren inte frågat om. Därefter tackades för deltagande och intervjun avslutades.

## Forskningsetiska principer

Vetenskapsrådets forskningsetiska principer för humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning (Vetenskapsrådet, 2002) har tillämpats i detta arbete och dessa inbegriper fyra krav: informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet samt nyttjandekravet. Det gjordes exempelvis klart för de intervjuade lärarna redan från början att de när som helst kunde avbryta intervjun, att det inte skulle kunna gå att spåra vem som sagt vad eller vilken skola som medverkat och att inget intervjumaterial skulle sparas efter att rapporten var klar.

## Analys

Alla sex ljudfiler med intervjupersonernas utsagor transkriberades för att skapa ett skriftligt analysunderlag. Med transkribering menas i detta fall att intervjupersonernas muntliga svar ordagrant överfördes till skriftlig form. I många utskrifter från fenomenografiska studier (Alexandersson, 1994) återges det talade språket så fullständigt som möjligt i skriftlig form. Det innebär att mumlanden, fniss och pauseringar exempelvis också transkriberas. I denna studie tillämpades ordagrann överföring till skrift, men hummanden, skratt och liknande utelämnades då det inte antogs bidra med något värde i den efterföljande analysen. Tolkningen av det skriftliga materialet skedde sedan i tre steg. Först skapades ett helhetsintryck genom några genomläsningar av intervjumaterialet. Sedan uppmärksammades likheter och skillnader i utsagorna. I det tredje och sista steget gjordes kategoriseringar av svaren utifrån rubriker som ansågs lämpliga i sammanhanget. En ramfaktor kunde visa sig vara en sådan kategori, men även

identifiering av någon tydlig uppfattning såsom engagemang kring "häftiga" experiment eller utsagor om elevernas förkunskaper, som dök upp i vissa intervjuer, kunde utgöra kategorier. De flesta av dessa kategorier dyker i den här rapporten upp som underrubriker.

Intervjuerna hade förberetts noggrant och en inventering hade gjorts av möjliga ramfaktorer som i sammanhanget kunde påverka en förändring av kemilaborationen. Exempelvis var läroplanen en sådan ramfaktor som ansågs lämplig att specifikt fråga om ifall läraren inte självmant nämnde detta. Eftersom en ny läroplan introducerades 2011 (Skolverket, 2011) kunde detta eventuellt lett till att läraren gjorde förändringar i laborationen. Det var alltså naturligt att flera av de kategorier som dök upp i analysen redan var definierade i förväg. Angreppssättet liknar det som Alexandersson (1994) föreslår för fenomenografiska studier, förutom att en del kategorier redan fanns föreslagna. Alexandersson förordar också ett fjärde steg där underliggande strukturer analyseras. Detta utelämnades då svaren i sig inte innehöll så stor komplexitet att ett fjärde steg ansågs bringa något värde.

## Resultat

Här följer en redovisning av hur de sex intervjuade lärarna uppfattade förändringar av kemilaborationer på gymnasiet. Svaren har bearbetats och kategoriserats under några olika huvudrubriker. Både den fenomenografiska analysen av intervjumaterialet samt ett antal faktorer sprungna ur ramfaktorteorin har legat till grund för dessa huvudrubriker. Som tidigare nämnts under metodavsnittet var intervjufrågorna om förändringar till en början helt öppna för att sedan bli mer styrda för att pricka av ifall några på förhand identifierade påverkansfaktorer hade spelat en roll för läraren eller ej. Om läraren självmant och utan vägledning från intervjuaren nämnde en faktor som påverkat laborationen kan detta synas som starkare evidens för lärarens uppfattning om faktorn än om samma faktor bekräftades av läraren på direkt fråga om faktorn. För att göra skillnad på dessa två typer av svar i detta avsnitt refereras det till om svaret givits på "direkt fråga" eller om svaret givits på "öppen fråga".

### Nya läroplanen Gy 2011

Samtliga lärare som intervjuades har erfarenhet av minst två olika läroplaner för gymnasieskolan: den nuvarande Gy 2011 (Skolverket, 2011) och den tidigare Lpf 94 (Skolverket, 1995). Endast en av sex lärare nämnde på öppen fråga att den nya läroplanen haft inverkan på laborationerna. Samme lärare hänvisade under hela intervjun utförligt till olika delar i Gy 2011.

*"Det ska ju passa in i kursen. Det centrala innehållet som vi jobbar med. Sedan gäller det att försöka hitta... försöker ju få in... det är ju kunskapskrav 3 är det ju, den praktiska delen där, så att man måste ju träna på alla de där momenten med att planera försök, genomföra, redovisa och dra slutsatser. Då kan man ju... vi tittar ju på det...så dels måste det vara relevant som man övar efter, det centrala innehållet, sedan måste man hitta en bra form att jobba på något kunskapskrav också så att de får träna på det, så att det kan användas i bedömningen."*

En annan lärare tog upp öppna laborationer och berättade att lärarlaget haft öppna laborationer långt innan Gy 2011 kom och att man fick det bekräftat då att man var på rätt spår.

*"Ja det är ju ett pedagogiskt grepp. att man vill att de ska eget tänkande, inte bara följa en...anvisning och samtidigt, nu började vi med öppna laborationer innan Gy 11 kom och i Gy 11 så står det ju ganska tydligt att laborera med handledning är ju E. Ska man bara köra kokboksrecept så är det ju ingen som ges möjlighet att komma vidare längre är till E. För det är ju det det är... det laborativa är ju handlett. Det står ju i samråd med, efter samråd med... och det är ju där de öppna laborationerna kommer in. Nu började ju vi med öppna laborationer redan innan, men det faller ju väl ut med den nya läroplanen, Gy11. Nu förstår jag inte att någon skulle kunna ha ett val att inte köra öppna laborationer. "*



En lärare svarade på direkt fråga att Gy 2011 haft väldigt liten inverkan, övriga tre intervjuade menade att den nya läroplanen inte haft någon inverkan alls.

## Lärares tillgängliga tid

Stor samstämmighet rådde bland de intervjuade lärarna att deras tillgängliga tid minskat vilket inverkat på laborationerna. Endast en av lärarna nämnde inte tillgänglig tid som faktor, inte ens på direkt fråga. Orsaken till den minskade tiden varierade. Två lärare, som båda arbetade i kommunal regi, var besvärade över att skolan måste marknadsföra sig för nya elever och att detta tog mycket tid. Fyra av sex nämnde att vissa personalkategorier försvunnit och att dessa yrkesroller underlättat för kemilärarna och då främst vad gäller laborationerna. De tjänster som försvunnit på de olika arbetsplatserna var institutionstekniker, laboratorieassistent och institutionsföreståndare. Förr kunde läraren få hjälp med beredning av lösningar, byggande av laboratorieuppställningar, inköp av kemikalier och i vissa fall diskning och iordningställande efter genomförda laborationer. En lärare tog upp att rollen som förstelärare respektive att vara arbetslagledare var tidskrävande och att tillgänglig tid att tänka ut och förbereda laborationer minskat. Flera nämnde att mentorskapet tog tid och att den rollen inte fanns tidigare då gymnasiet betraktades som frivilligt och skolans elevvårdande roll inte var lika betonad. Även schemalaggningsen var ett bekymmer för flera lärare eftersom inte tillräcklig tid gavs före och efter laboration att förbereda respektive städa upp.

*”Däremot kan jag känna att min tid före och efter labb tas det inte så mycket hänsyn till. Mindre sådan tid. Förut togs det hänsyn till att det tog tid att diska och ta fram lösningar. Det fanns till och med en tekniker anställd för att göra sådant. Dels hade vi en tekniker och så fanns det också en labbassistent som blandade lösningar. Så teknikern byggde utrustning åt oss. Han gjorde ett helt elektroforesaggregat åt oss och sådant byggde han. Vi talade bara om vad vi behövde så byggde han sånt. När han och labbassistenten gick i pension så ersattes inte dom och då ska ju vi göra det. Och då i början var det ändå så att det lades tid för det före och efter lektionen, men nu gör det ju inte det längre. Nu kan ju ...schemaläggaren ha ju ingen koll på vad en kemilärare gör. Och rektorn kanske inte har någon jättebra koll. Det kan ju vara 5 minuter för lektionen innan i salen och min lab.”*

## Vad som avgör vilka laborationer som genomförs

Som tidigare påpekats är det upp till varje lärare att bestämma vilka laborationer som ska genomföras. På den öppna frågan vad som avgör vilka laborationer som läraren väljer kom en stor variation av svar och de flesta lärarna nämnde flera saker. Centralt innehåll nämndes av fyra och kunskapskraven av en lärare. Andra saker som togs upp var dels generella såsom att bevisa teorin, visa principer, öka förståelsen, skapa intresse, vara roligt, säkerhet; dels mer situationsanpassade orsaker såsom hur långt vi kommit, kunnsighet hos eleverna, det utrustningen tillåter, vad eleverna kan få ut, gruppens förmåga att arbeta säkert och elevernas intresse.

## Lokalernas beskaffenhet och gruppstorlek

Fem av sex intervjuade lärare var nöjda med skolans laborationssal. Den sjätte, som arbetade på en friskola, var nöjd efter de förutsättningar som gavs, men egentligen inte helt nöjd då lokalen inte var en dedikerad laborationssal utan användes också som lektionssal för kemi och två andra ämnen. Det innebar att lokalen måste möbleras om inför laboration och att ibland bara 10 minuter gavs för det. Denna lokal hade fyra dragskåp, medan alla de övriga skolorna hade minst åtta.

Samtliga lärare berättade att de hade max sexton elever per laborationstillfälle, vilket för fem av sex lärare kan översättas till att det blir två elever per dragskåp.

## Säkerhetsaspekter

Säkerhetsaspekter i form av upplevt striktare regler påverkade alla lärare och var den faktor som med störst samstämmighet nämndes av samtliga. Hälften tog upp det redan under det öppna frågeavsnittet, men på direkt fråga nämnde alla att säkerhetsaspekter haft betydelse för vilka laborationer som genomfördes. Under rubriken säkerhet hamnade ibland utrensning av ämnen som var miljöfarliga från laboratoriet, exempelvis blysalter och dikromater. Många försökte undvika farligt avfall, eftersom det förutom miljöeffekten också innebar en krångligare hantering. Lärarna nämnde dock inte att laborationerna på grund av säkerhet blivit mindre intresseväckande för eleverna. En lärare nämnde att eleverna idag kan se de "häftigaste sakerna" på nätet och att det därför är svårt att överraska med kemi. Två lärare utförde än idag ganska säkerhetsmässigt avancerade försök, exempelvis att lägga natrium i vatten, vilket ofta resulterar i en liten explosion mot slutet. Lärarna hade numera flyttat in försöket i dragskåp och utförde det som demonstration. Samma två lärare var de som uttryckte önskan att med laborationen "skapa frän grej" och "den ska vara rolig". Deras passionerade hållning till experimenten märktes inte minst på röstläge, intensitet i berättelsen och att ljuden härmdes under intervjun från exempelvis små explosioner och ämnen som fräste och brann. De båda hade dock slutat göra experiment med bomullskrut och tomtebloss då det krävde tillstånd, vilket innebar en ansträngning som inte stod i proportion mot nyttan. Hälften av lärarna hade dock gjort sig av med natrium då de inte ville lägga tid på att hantera säkerhetsaspekterna för något som inte hade tillräckligt högt pedagogiskt värde. Två av lärarna kände sig hämmade av säkerhetskraven, exempelvis skriftliga riskbedömningar. De övriga nämnde att striktare krav påverkade, men inte att detta fått några didaktiskt negativa effekter. Sättet lärarna tillägnade sig kunskaper om regelverk var dels säkerhetskurser som anordnas av KRC (Kemilärarnas resurscentrum), dels via litteratur såsom "Så arbetar du med kemikalier" (Arbetsmiljöverket, 2013), vilket är en liten bok som sammanfattar olika lagar och regler. Några lärare hänvisade även Arbetsmiljöverkets olika föreskrifter utan att bli mer specifik än så.

## Kostnadsöväväganden

Fem av sex lärare kände sig inte besvärade av brist på pengar och att kostnadsöväväganden hade några negativa effekter på kemiundervisningen eller att det påverkade vilka experiment som utfördes. En lärare var av en annan uppfattning och menade att det fanns mindre pengar nu jämfört med förr. Det var dock tydligt att denne lärare redan hade mer avancerad utrustning än många av de andra lärarna och att det

snarare var fråga om att tillgängliga resurser inte motsvarade de höga ambitioner med undervisningen som förelåg.

## Eleverna

Intervjun innehöll en fråga om elevers inställning och attityd hade påverkat en eventuell förändring av laborationerna. Tre av lärarna menade att elevernas förkunskaper är sämre idag när de kommer från grundskolan och att många har väldigt liten laborationserfarenhet. Denna uppfattning framträdde såväl på öppen som direkt fråga.

*"Ja eeh, eleverna kan ju mindre, det märker ju jag, när de kommer till gymnasiet, och de är mindre vana att laborera, det är ju väldig skillnad, men en del har ju inte alls labbat över huvud taget. Man sticker in en tändsticka i brännaren och tror den ska tändas där istället för att dra den på tändsticksasken typ. En del har ju absolut noll vana, och det är ju inte elevens fel, men det gör ju också att man måste börja med väldigt grundläggande saker för att få med allihopa. Det har inneburit att man begränsas, framför allt i kemi 1, vad... man tänker ju att de måste lära sig det allra mest elementära först."*

Eller som en annan av de intervjuade lärarna uttryckte det:

*"Det tar längre tid idag innan eleverna har en god labbvana. Sämre förkunskaper från grundskolan. Jag brukar skoja: man vet inte vad som är upp och ner på ett provrör. Den nyfikenhet och entusiasm som fanns dör under senare delen av mellanstadiet. Förr hade man bättre labbvana. Man pekade mer med hela handen och eleverna gjorde så. En del elever är alldeles spända i handen när de ska tända en bunsenbrännare."*

En av lärarna menade att de sociala aspekterna blivit svårare att hantera idag på så vis att det var svårare att sätta samman laborationsgrupper.

*"Men jag har märkt mer på senare år att det är mer petigt med det sociala. Förut behövde man aldrig bry sig. Man sa att nu labbar ni så som ni sitter, varsågod och börja liksom. Det har blivit mycket mer så att den vill inte labba med den."*

En lärare uttryckte att eleverna idag var mer positiva till att laborera jämfört med förr, då några elever bara var intresserade av teorin och såg ner på det praktiska arbetet i laboratoriet.

## Sammanfattning av resultat

Sammanfattningsvis visar resultaten på en stor variation i vad lärare anser påverkat kemilaborationens förändring. Ökat medvetande och högre krav från lagar och

förordningar inom säkerhetsområdet samt att lärare upplever sig ha mindre tillgänglig tid för laborationerna framstår som de tydligaste orsakerna till gjorda förändringar. Även kompensation för försämrade praktiska färdigheter hos elever som lämnar grundskolan framkommer som en bakomliggande faktor. Den nya läroplanen Gy 2011, kostnadsöverväganden och kemilokalernas beskaffenhet framkom som mindre avgörande för kemilaborationens utveckling.

## Diskussion

Nu följer en diskussion om resultaten som presenterades i föregående avsnitt och dessa kommer att sättas i relation till ramfaktorteorin och den fenomenografiska metoden. Ramfaktorerna i resultatet var på sätt och vis på förhand givna och dessa framgår av de "direkta" intervjufrågorna i bilaga 1. Å andra sidan ställdes helt öppna frågor inledningsvis i intervjuerna så nya ramfaktorer kunde därför teoretiskt dyka upp.

Jämförelser kommer här även göras till valda delar av tidigare forskningsresultat om laborationers roll i skolan. Syftet med denna studie är att vi ska öka vår kunskap om kemilaborationer genom att undersöka OM dessa ändrats över tid och i så fall VAD som påverkat en sådan förändring. Det har inte varit studiens direkta syfte att förstå HUR laborationerna förändrats. Det går att dra vissa slutsatser från denna studie om HUR, vilket vi kommer att se, men det är ett mycket komplicerat uppdrag att kartlägga HUR laborationer förändrats. Laborationer är inte lätta att definiera eftersom det finns så många varianter av kemiska experiment. Det finns ändå ett didaktiskt värde i att förstå OM och VARFÖR laborationer ändrats och ytterligare forskning kan förhoppningsvis bidra med mer ingående undersökningar av "HURet" ställt i relation till en tidsaxel.

Det går att göra två principiellt olika tolkningar av resultaten i denna rapport. Den ena är att det finns väldigt stor variation mellan olika lärare hur de uppfattar vad som påverkat utvecklingen av kemilaborationen på gymnasiet. Tre lärare ansåg exempelvis att Gy 2011 (Skolverket, 2011) haft allt ifrån stor till liten inverkan på laborationerna. De tre övriga ansåg att Gy 2011 inte alls haft betydelse och inte ens på direkt fråga ansåg de det. Gy 2011 är en gemensam ramfaktor för kemilärarkollektivet. Det är faktiskt svårt att föreställa sig en faktor som kan vara mer gemensam för de intervjuade lärarna. Lagar och förordningar om kemikaliehantering är en annan ramfaktor som är lika gemensam. Att en så stark gemensam ramfaktor som en ny läroplan ger upphov till så stor skillnad i lärares uppfattning gör att vi kan dra slutsatsen att just den stora variationen i sig är ett viktigt resultat. Utifrån ett fenomenografiskt perspektiv är själva variationen i svaren (Alexandersson, 1994) det som är det intressanta att belysa; att kvalitativt identifiera olika uppfattningar som kan täcka in den variation som kan tänkas finnas. Av denna anledning är det viktigt att påpeka att alla lärarna kom från olika skolor.

Den andra tolkningen som går att göra är att genom att analysera ramfaktorerna en och en så kan kunskap nås om vad som för lärare uppfattas som betydelsefullt och inte. Det var tydligt från alla intervjuer att laborationerna låg varmt om hjärtat på lärarna. Om så bara en lärare anser en faktor viktig indikerar det att fler lärare ute i landet tycker samma sak. Ramfaktorerna i denna studie kan sägas vara läroplanen, lärares tillgängliga tid för laborationer, laborationslokalerna, lagar och förordningar om säkerhet samt kostnadsramar. Det kan vara viktigt att förstå på vilket vis respektive faktor inverkar och hur lärare resonerar om dessa.

De forskningsfrågor som tidigare ställdes kommer här bli besvarade. Kemilaborationerna på gymnasiet har ändrats. Exakt och i detalj hur de förändrats besvaras dock inte i denna studie, men klart är att vissa mer riskfyllda experiment utgått och att vissa miljöfarliga kemikalier nu är borta. I de kommande styckena framskyntar några ytterligare förändringar. Ett flertal tydliga orsaker till genomförda förändringar har noterats. Vissa av dessa gick att förutse, andra kom mer överraskande.

## Gy 2011

Det kan tyckas lite märkligt att endast två av lärarna tydligt utgick från den senaste läroplanen Gy 2011 (Skolverket, 2011) i sitt upplägg av laborationerna. Den ena av dessa refererade till "öppna" laborationer, men det är oklart vilken av Schwabs (1962) fyra frihetsgrader läraren tänkte på. En av lärarna, vilken dock inte hänvisade till Gy 2011, pratade om "öppna" laborationer som motsatsen till "fylleriövningar" som läraren menade var vanliga förr. Läraren preciserade inte ytterligare vad denne såg som definition på "öppen", men så som läraren pratade kan en "öppen" laboration mycket väl ingå i Schwabs lägsta frihetsgrad där både *frågeställning* och *metod* är givna liksom *resultat*. Det verkar därför som att ordet "öppen" används på många olika sätt. Som tidigare beskrivits nämnde en av lärarna att det idag med Gy 2011 inte borde finnas något val att inte göra öppna laborationer. Kunskapskravet (Skolverket 2011) talar om att "*eleven planerar och genomför i samråd med handledare*" för E eller att "*eleven planerar och genomför efter samråd med handledare*" för C och A samt att eleven "*utvärderar sina metoder med enkla omdömen*" för E och C respektive "*utvärderar sina metoder med nyanserade omdömen*" för A. "Sina metoder" kan eventuellt tolkas som att eleven har en frihet i att välja metod, men det framstår inte som en nödvändighet att eleven ska göra det. Vid närmare belysning är det svårt att koppla begreppet "öppen" till kunskapskraven eller att sätta det i relation till Schwabs skala. Hofstein et al. (2004) beskrev att kokboksrecept motverkar lärandet och det är kanske i det ljuset man egentligen ska se lärarnas uttalande om "öppna" laborationer. Hofstein et al. pekade också ut att eleverna inte bedöms efter sina praktiska förmågor. Av kunskapskraven följer att det ska tas hänsyn till detta och åtminstone två av lärarna var tydliga om att så skedde. Även övriga kan ha samma praxis, men frågorna i studien gick inte på djupet i frågan.

En möjlig anledning till att hälften av lärarna inte ansåg att Gy 2011 inverkat på laborationerna kan vara att de inte förändrat sina laborationer utifrån den nya läroplanen, men att de ändå använder den nya läroplanens kunskapskrav vid bedömning.

## Kostnadsöverbäganden och lärares tillgänglig tid

Alla lärare i studien utom en såg inga besvärande begränsningar i budgeten för kemikalie- och utrustningsinköp. Å andra sidan var samstämmigheten lika stor att tiden var alltför begränsad för lärare att planera och genomföra för laborationer och att detta var en tydlig förändring mot förr. Tid och kostnader är på sätt och vis två olika sidor av samma mynt. Om vissa personalresurser rationaliseras bort och nya uppdrag såsom mentorskap läggs på lärarna utan att annat samtidigt plockas bort så är det primärt ett sätt för huvudmannen att spara pengar. En av lärarna visade insikt i detta och kommenterade att tid kanske var den dyraste resursen. En annan lärare uppfattade att man som kemilärare hela tiden måste försvara laborationens plats i kemiundervisningen mot skolledningen och huvudmannen eftersom de styrdes så hårt av kostnadsjakt. En trolig orsak till att lärare slåss för sin tid för att genomföra bra laborationer är att de anser att det gynnar elevernas utveckling. Hofstein et al. (2004) identifierade, som tidigare nämndes, att tidsbrist för lärare var ett hinder för elevers lärande och denna studie kan alltså tolkas som en bekräftelse på det.

## Lärdomar om vad som avgör typ av laboration

Lärarna nämnde många olika skäl till hur de valde vilken laboration som skulle genomföras. Hulth (2000) syn på laborationen som komplement till litteraturen återkom i flera lärares svar, såsom "bevisa teorin" och "visa principer". Även de kognitiva mål som Högström et al. (2006) nämner att utveckla eleverns förståelse för fenomen och begrepp känns här igen, liksom de affektiva målen att roa och intressera som med en intervjuad lärares ord uttrycktes på följande vis:

*"Ett mått av att det ska vara roligt. Det ska hända något. Inte ett vitt pulver. Det ska gärna ändra färg. Estetiskt tilltalande. Det finns så mycket fint och vackert i kemien. Så ett visst mått av rolighet..."*

## Eleverna

Ett oväntat resultat av denna studie var att hälften av lärarna uttryckte besvikelse över att eleverna, då de lämnar högstadiet, har otillräckliga praktiska färdigheter vilket gör att kemiläraren på gymnasiet måste börja från en alltför låg nivå och därmed förmodligen tappar i andra änden, det vill säga hur långt gruppen annars hade kunnat komma i laborerandet. Det skulle vara intressant att studera detta närmare för att se om det går att finna belägg för att grundskoleeleverna verkligen har sämre praktiska färdigheter idag jämfört med förr. Denna studie har dock inte kunnat följa upp en sådan tråd. Den slutsats Broman et al. (2011) att de svenska eleverna var ganska nöjda med kemilaborationer bekräftades däremot av en lärare som tyckte detta var en skillnad mot förr då en del såg ner på det praktiska arbetet i laboratoriet.

## Säkerheten - på allas läppar

Säkerhet kom upp spontant i alla intervjuer. Många hade svårt att redogöra exakt för vilka lagar och föreskrifter som skulle tillämpas, men de hade ändå anpassat laborationerna utifrån en mer diffus bild av striktare regler. Ett av de viktigaste resultaten från denna studie är att säkerhetstänkande fått stort genomslag i vilka laborationer som utförs och vidare hur de utförs. Det är intressant att jämföra med studien av Richards-Babb et al. (2010) från amerikanska skolor där lärarna upplevde att de hade otillräckliga kunskaper om säkerhet. Även där var frågan om säkerhet av stor vikt för kemilärarna. I samma studie framkom att det fanns brist på dedikerade kemisalar och behöriga kemilärare. En sådan slutsats beträffande laborationslokalerna kan inte dras från den här studien, då endast en lärare saknade en fullt ut dedikerad laborationssal. Själva urvalsprocessen för deltagande i denna studie skalade bort obehöriga lärare. Av ca 20 tilltänkta intervjupersoner var två eller tre obehöriga, vilket visar att samma problem finns i Sverige, men magnituden av problemet kan inte besvaras utifrån dessa siffror. Många av rekommendationerna från West et al. (2001) för att öka säkerheten i kemilaborationerna hade genomförts i de skolor som ingick i studien. Klasstorleken vid laboration var max 16 elever, i fem fall av sex laborerade eleverna med max två elever per arbetsstation.

## Resultatens giltighet och begränsningar

I den här forskningsstudien har en kvalitativ metod använts. Fenomenografin bygger på relativt djuplodande intervjuer av ett begränsat antal individer. Det är därför svårt att utifrån denna studie uttala sig om hur representativa resultaten är för hela populationen, en population som kan beskrivas som "behöriga kemilärare i Sverige med minst 10 års erfarenhet från gymnasiet". Om en kvantitativ metod skulle använts hade det förmodligen handlat om en enkätundersökning med fasta svarsalternativ som följts upp med statistisk behandling av respondenternas svar. En enkätstudie för det område som har studerats här skulle med nödvändighet haft begränsade svarsalternativ. Det skulle också varit svårt att hitta tillräckligt många lärare i populationen och att få tillräckligt hög svarsfrekvens från dessa. Det är intressant att fundera över vilka som väljer att avstå från deltagande i en undersökning och om man härvid missar vissa representativa svar från populationen. I denna studie valde också några lärare att inte medverka. De flesta av dessa gjorde det utifrån att de inte upplevde att de hade tid. Det kan vara så att ramfaktorn tillgänglig tid framstått ännu tydligare som resultat om inte dessa "avhopp" inträffat.

Sex lärare intervjuades och det kan kanske tyckas som en låg siffra, men varje intervju är tidskrävande, inte minst om man inkluderar den transkribering och bearbetning som krävs som efterarbete. För att nå maximal spridning valdes som tidigare redovisats sex olika gymnasieskolor.

Tidsperioden som varit i fokus i studien är de senaste 10-20 åren. Det är inte ett särskilt skarpt formulerat tidsperspektiv. Det visade sig att lärarna som intervjuades hade allt från 10 till 40 års erfarenhet och när de tänkte tillbaka på förändringar så hade de exempelvis olika läroplaner och olika skolstrukturer att falla tillbaka på erfarenhetsmässigt. Man kan också se det som en fördel utifrån ett metodperspektiv att lärarna utgjorde en heterogen grupp. Det vi vill belysa med fenomenografin är variationen av svar.

En möjlig svaghet i den här studien kan vara att många aspekter eller ramfaktorer undersökts samtidigt. Bredden har åstadkommit på bekostnad av djup. Varje ramfaktor som undersökts hade kunnat vara föremål för en egen dedikerad forskningsstudie. Som försvar för valt angreppssätt kan nämnas att det inte på förhand går att förutse de bakomliggande faktorer som spelat in i en förändring av kemilaborationen. Därför användes helt öppna frågor i intervjuerna innan de senare smalnades av. Man kan heller inte på förhand veta vilken av dessa olika faktorer som ska framstå som den viktigaste för lärarna. Det kan förtjäna att upprepas att bredden i svaren är det som eftersträvats i studien och att en faktors inverkan i sig inte utesluter en annans.

Det som inte framkommer naturligt av den valda metoden är hur man metodmässigt ska ringa in eller beskriva den tydliga entusiasmen inför kemilaborationen som två lärare visade. De båda framstod närmast som trollkarlar som lockade fram magi ur död materia. Inte ens om transkriberingen gjorts fullt ut metodenligt med överföring av icke-ordsljud till bokstäver hade denna entusiasm framkommit. Orsaken till att en beskrivning av dessa lärare kan vara viktig är att om detta intresse för kemi överförs till elever kan det påverka både elevers lärande och antalet elever som senare väljer att studera kemi på universitet.



Sammanfattningsvis kan konstateras att det finns vissa begränsningar i den valda metodiken i fråga om vilka slutsatser som kan dras, men å andra sidan skulle en kvantitativ metod innebära andra tillkortakommanden.

## Avslutande diskussion om didaktiska konsekvenser och slutsatser från denna rapport

Avslutningsvis kan konstateras att denna studie visat på både den stora variationen i vad som påverkat kemilaborationens förändring över tid i den svenska gymnasieskolan samt hur ett antal ramfaktorer mer i detalj inverkat på skeendet. Säkerhetsaspekter och lärares tillgängliga tid var det som mest genomgående framfördes som orsaker till varför kemilaborationen förändrats. Något oväntat dök elevers försämrade praktiska färdigheter i kemi upp som en orsak till att förändring behövt göras som kompensation för dessa brister. Förvånansvärt liten inverkan uppgavs Gy 2011 (Skolverket, 2011) ha haft på kemilaborationens utförande, även om det för en av lärarna var det mest centrala skälet till den förändring som skett. Monetära kostnadsöversväganden var inte betydelsefulla för kemilärares laborationer, däremot upplever som sagt lärarna att deras tillgängliga tid för laborationer är mer begränsad idag, delvis på grund av att vissa stödjande yrkesroller avvecklats och delvis på grund av tillkommande arbetsuppgifter som lärarna inte tidigare hade.

Det är angeläget att på allvar vända de sviktande PISA resultateten (Skolverket, 2016) i naturvetenskap som tidigare redogjorts för. Ökad didaktisk förståelse för kemilaborationen skapar en plattform varifrån ett sådant förbättringsarbete kan bedrivas.

Att använda laborationer för att få upp intresset för kemi har framkommit som viktigt för många lärare. Samtliga som intervjuats har på ett eller annat sätt framhållit laborationens centrala plats i kemiundervisningen på gymnasiet. Förhoppningsvis kan uppföljande studier göras utifrån denna rapport där varje enskild ramfaktor studeras mer i detalj.

## Referenser

- Abrahams, I., Reiss, M. & Sharpe, R. (2013) The assessment of practical work in school science, *Studies in Science Education*, 49(2), 209-25.
- Alexandersson, M. (1994). Den fenomenografiska forskningsansatsens fokus. I Starrin, B. & Svensson, P-G. (Red.), *Kvalitativ metod och vetenskapsteori*. Lund: Studentlitteratur
- Arbetsmiljöverket. (2013). *Så arbetar du med kemikalier i skolan*. Stockholm: Arbetsmiljöverket
- Arbetskyddsstyrelsen. (1997). *AFS 1997:10 Laboratoriearbete med kemikalier*. Stockholm: Arbetskyddsstyrelsen
- Bennett, J. & Kennedy, D. (2001) Practical work at the upper high school level: the evaluation of a new model of assessment, *International Journal of Science Education*, 23(1), 97-110.
- Denscombe, M. (2016). *Forskningshandboken – För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Lund: Studentlitteratur
- Gruvberg, C. (2008). *Kemilaborationens bidrag till förståelse – högskolestudentens perspektiv*. (Doktorsavhandling, Institutionen för kemi, Göteborgs universitet, Göteborg)
- Hofstein, A. & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hult, H. (2000). *Laboration – myt och verklighet. En kunskapsöversikt över laborationer inom teknik och naturvetenskaplig utbildning*. Linköping: Linköpings universitet.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S. (2006). Lärares mål med laborativt arbete - utveckla förståelse och intresse. *NorDiNa 2006 (5)*, 54-66.
- Linde, G. (2012). *Det ska ni veta! – En introduktion till läroplansteori*. Lund: Studentlitteratur AB
- Lundgren, U. (2017). Det livslånga lärandet – att utbilda för ett kunskapsamhälle. I U. Lundgren, R. Säljö & C. Liberg (Red.), *Lärande skola bildning*. Stockholm: Natur & Kultur
- Marton, F. (1981). Phenomenography – Describing conceptions of the world around us. *Intructional Science*, 10 (2), 177-200.
- Petersson, H. (2011). *De ekonomiska resursernas betydelse* (Examensarbete, Linnéuniversitetet, Lärarprogrammet).
- Richards-Babb, M., Bishoff, J., Carver, J., Fisher, K. & Robertsom-Honecker, J. (2010). Keeping it safe: Chemical safety in the high school laboratory. *Journal of Chemical Health & Safety*, 2010 Jan/Feb, 6-14
- Schwab, J. (1962). The teaching of science as inquiry. I J. Schwab, & P. F. Brandwein, (Red.), *The teaching of science*. New York: Simon and Schuster.
- Sjöberg, S. (2009), *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur AB
- Skolverket. (1995). *Naturvetenskapsprogrammet – Program mål, kursplaner, betygskriterier och kommentarer*. Stockholm: Norstedts Tryckeri AB

Skolverket. (2011). *Läroplan, examensmål och gymnasiegemensamma ämnen för gymnasieskolan 2011*. Stockholm: Natur & Kultur

Skolverket. (2016). *PISA 2015 - 15-åringars kunskaper i naturvetenskap, läsförståelse och matematik* Rapport 450. Stockholm: Skolverket

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

West, S., Westerlund, J., Stephenson, A., Nelson, N. & Nyland, C. (2003). Safety in Science Classrooms: What research and best practice say. *The Educational Forum*, 67(2), 174-183.

# Bilaga 1

## Intervjuformulär – Laborationer på gymnasiet

Datum:	
Lärare:	
Skola:	

**Innan intervjun, gå igenom:**

**Markera**

Sätt på inspelningen	
Informera om syftet med intervjun (examensarbete om hur kemilaborationer ser ut på svenska gymnasier och hur de förändrats över tid)	
Informera om anonymitet (både individ och skola)	
Informera om att samtalet kommer att bandas	
Informera om att inspelningen förstörs när uppsatsen är klar	
Informera om att sanningsenliga svar förväntas (att den faktiska situationen för läraren ska beskrivas även om den inte överensstämmer med den önskvärda situationen)	
Informera om att resultaten endast kommer att användas för uppsatsen, inget annat	
Informera om att läraren när som helst kan avbryta eller återkalla sitt deltagande	

**Några inledande frågor (korta svar):**

**Svar:**

Är du behörig kemilärare för gymnasiet?	
Examensår? (lärarexamen respektive behörighet kemi)	
Hur många år har du undervisat i kemi på gymnasiet?	
Undervisar du både Kemi 1 och Kemi 2 i dagsläget?	
Hur många år har du arbetat på denna skola?	
Hur många kemikurser har du undervisat det senaste året (VT-18 + HT-18)?	
Är du tillsvidareanställd?	

**Följande frågor gäller din nuvarande situation:**

**(korta svar önskas)**

**Svar:**

<p>Laborerar du i helklass, eller delar du upp i mindre grupper?</p>	
<p>Koncentrationsläser ni kemikurserna eller läses de över ett helt läsår?</p>	
<p>Hur lång tid i kemisalen planerar du per laboration och elev?</p>	
<p>Hur många laborationer gör en elev som läser Kemi 1 sammanlagt under kursen?</p>	
<p>Hur många laborationer gör en elev som läser Kemi 2 sammanlagt under kursen?</p>	
<p>Nämna tre typiska laborationer som görs i Kemi1?</p>	
<p>Nämna tre typiska laborationer som görs i Kemi 2?</p>	

**Följande frågor är mer reflekterande till sin karaktär:**

**(utveckla hur du tänker)**

**Svar:**

<p>Vad avgör vilka laborationer du väljer att genomföra?</p> <p><i>Lyssna efter:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevernas kunskapsnivå</li> <li>- Vilket kursavsnitt</li> <li>- Klasstorlek, sammansättning</li> <li>- Har gjort laborationen tidigare</li> <li>- Ämnesplan, kunskapskrav</li> <li>- Tillgänglig tid</li> <li>- Kemisalens och utrustningens beskaffenhet</li> <li>- Säkerhetsaspekter</li> <li>- Tillgängliga kemikalier</li> <li>- Att den ska vara "rolig"</li> <li>- Ger stort "lärande"</li> <li>- Annat</li> </ul>	
<p>Om du tittar tillbaka 10 till 20 år i tiden. På vilket vis skiljer sig dina kemilaborationer idag från förr?</p> <p><i>Lyssna efter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antal laborationer</li> <li>- Längd på laborationer</li> <li>- Typ av laborationer</li> </ul>	

## Bilaga 1

<ul style="list-style-type: none"><li>- Hur laborationerna genomförs</li><li>- Laborationsrapporter (antal/innehåll)</li><li>- Ev orsak till förändring redan här</li><li>- Annat</li></ul>	
De tre laborationerna du nämnde för Kemi 1 respektive kemi 2, har du alltid gjort dem?	
<p>Om förändring skett: Vad är det som har påverkat eller gjort att dina dina kemilaborationer ser annorlunda ut idag jämfört med förr?</p> <p><i>Lyssna efter</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Har lärt mig vad som fungerar och inte</li><li>- Önskan till variation</li><li>- Tillgänglig tid (tidspress)</li><li>- Ny läroplan 2011</li><li>- Kostnadsskäl (billigare kemikalier/utrustning)</li><li>- Begränsningar i utrustning/lokal nu/förr</li><li>- Arbetsmiljö (ny lagstiftning)</li><li>- Arbetsmiljö (mer fokus på säkerhet nu för tiden)</li><li>- Elevers attityd annorlunda idag</li><li>- Annat</li></ul>	
<p>Om förändring <u>inte</u> skett: Vad beror det på att dina laborationer inte förändrats under dessa år jämfört med förr?</p> <p><i>Lyssna efter</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Inte sett anledning att ändra</li><li>- Vana (inarbetade fungerande laborationer)</li><li>- Annat</li></ul>	

Jag tänker nu fråga **mer i detalj** vad som kan ha **påverkat förändringen** av dina laborationer förr jämfört med nu. Det kan uppfattas delvis som en repetition. Svara gärna koncist för jag har många frågor på det här avsnittet.

Har den <b>nya läroplanen 2011</b> påverkat innehållet i laborationerna?	
--	--

## Bilaga 1

Har <b>tillgänglig tid</b> påverkat?	
Har <b>lokalen för laborationer och dess utrustning</b> påverkat en förändring?	
<b>Följdfråga:</b> Är lokalen och utrustningen <b>ändamålsenliga</b> , enligt ditt tycke?	
Har <b>säkerhetsaspekter</b> påverkat? På vilket vis?	
<b>Följdfrågor:</b>  1. När i tiden skedde denna förändring på grund av säkerhet?  2. Hur förhåller du dig till kraven från myndigheter  3. Läser du handboken "så arbetar du med kemiska hälsorisker" från AMV?	
Har <b>kostnadsöväganden</b> påverkat?	
Har <b>elevers inställning och attityd</b> påverkat?	
Har dina <b>egna erfarenheter</b> påverkat en förändring?	
Är det något jag glömt fråga efter som har påverkat varför du förändrat dina laborationer?	