

Verklighetsnära undervisning, Öppna laborationer, och ett Formativt arbetssätt – med fokus på praktisk kemi

För lärare i kemi och andra NV-ämnen i grundskolan och på gymnasiet



Malin Nilsson

Innehållsförteckning:

DEL I: Bakgrund

PISA 2012 – en nedåtgående trend för den svenska skolan?

Vad mäter nationella och internationella prov?

En problematisering av ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik

Tips på "nya" sätt att undervisa NV-ämnen

Hur går gymnasievalet till?

Vad kan man göra i lärarutbildningen?

Språkutveckling – en förutsättning för lärande

Sammanfattning av internationella studier rörande betydelsen och bedömningen av praktiskt arbete inom kemi

Det laborativa arbetets betydelse för lärande

Ett naturvetenskapligt arbetssätt

Öppna laborationer = stimulerat lärande?

DEL II: Formativ NV-undervisning

Hur kan man arbeta formativt med NV-ämnen?

Bedöma förmågor i NV-ämnen?

Hur bedöms praktisk förmåga?

Bedömningsverktyg för praktiskt arbete

Checklista för praktiskt arbete

Hur kan exempel på praktiska förmågor ges?

Bedömningsstöd = "Vad jag kommer att titta på och bedöma vid din laboration"

Kamratbedömning

Stöd för kamratbedömning av en öppen laboration

Självvärdering och reflektion över lärande

Stöd för självvärdering = "Min laboration"

Sambedömning och utvärdering

Risker med att fokusera för mycket på bedömning

Betyg = sämre resultat?

Bedömning av praktisk, naturvetenskaplig verksamhet utanför skolans värld

Verklighetsnära kemi?

Centralt innehåll

Verklighets frågeställning = lärande?

Frågor att ställa sig som lärare – "Hands-on-tips"

Reflektera vid planering av öppna laborationer

Exempel på teman/frågeställningar för öppna laborationer

Hur hanterar man som lärare dessa frågor?

DEL II = Praktiska exempel

Exempel 1: En öppen laboration rörande värktabletter

Exempel 2: En öppen laboration rörande Östersjön och salthalter

Exempel 3: En halvöppen laboration rörande "Surt regn"

Exempel 4: En halvöppen laboration rörande "Klibbig is"

Exempel 5: En öppen laboration rörande "Hur och varför sjunker kulor olika snabbt i olika vätskor?"

Del I – bakgrund

PISA 2012 – en nedåtgående trend för den svenska skolan?

I höstas kom resultatet från den internationella undersökningen PISA (Programme for International Student Assessment). Studien, som genomförs vart fjärde år, testar elever i 15-års ålder med avseende på läsförståelse, matematik och naturvetenskap. Testet har genomförts sedan år 2000 och Sverige har, från att ha legat över OECD-snittet, sjunkit till att ligga under på alla testområden.

Vad gäller matematik ligger Sverige 16 poäng under OECD-snittet, och 25 av de 34 medlemsländerna ligger över Sveriges resultat. Resultatet har försämrats gradvis från att i PISA 2003 vara över OECD-snittet, till att 2006 och 2009 ligga på en genomsnittlig nivå. Svenska elever lämnar i testet fler uppgifter obesvarade (14%) än andra OECD-länder. Flickor presterar signifikant bättre än pojkar vad gäller matematik. Däremot var det fler flickor än pojkar som bedömde att sig ha lättare att ge upp vid svårare problem, medan pojkar hade högre tilltro till den egna prestationen. Intressant är att fler elever i Sverige än i samtliga andra länder bedömer sig ha svårigheter att känna igen/förklara matematiska begrepp. I Sverige svarar fler elever än i andra OECD-länder att de kommer för sent till skolan/lektioner – detta kan korreleras med sämre resultat på matematikdelen. En förklaring till det låga resultatet i matematik kan vara att eleverna inte är vana med provets utformning, vilket skiljer sig från ämnesprovets uppbyggnad. Frågorna i PISA innehåller fler ord – vilket möjligtvis kan försvåra för språksvaga elever. Formativ bedömning och lärarorienterad undervisning används i ungefär lika stor utsträckning i Sverige som i OECD, men Sverige har få kognitiva aktiviteter. Kognitiva aktiviteter visar sig inverka positivt på matematikresultaten. Klassrumsklimatet upplevs ha blivit sämre – men ligger fortfarande över OECD-värdet.

Den naturvetenskapliga delen av PISA innefattar flera olika skolämnen, så som kemi, biologi, fysik, teknik och geografi. Det gör att urvalet av frågor på respektive ämne är begränsat och gör att resultatet inte nödvändigtvis ger en heltäckande bild av elevernas NV-kunskaper. Sverige ligger dock även i denna del under OECD-snittet med 16 poäng. Försämringen har skett gradvis från år 2009 och ligger nu under de andra nordiska länderna. Flickor presterar bättre än pojkar (ca 8 poäng) – men skillnaden mellan könen är mindre än för matematik och läsförståelse. Den största nedgången kan ses bland svagpresterande elever, men andelen elever som presterar på de högsta nivåerna har också minskat. Eventuellt kan prestation kopplas till inställningen till ämnena. Viljan att lära sig mer inom de naturvetenskapliga ämnena sjunker från årskurs 4 till årskurs 8.

Inom testdelen läsförståelse ligger Sverige också under OECD-snittet, där 19 av 34 dessa länder ligger högre. Sverige har dock lika många elever som når de högsta nivåerna (8%) jämfört med andra OECD-länder – men tyvärr har andelen elever på de lägsta nivåerna ökat. Trenden i läsförståelse har dock i flera år gått nedåt och Sverige visar den största negativa förändringen bland alla OECD-länder. Andelen svaga läsare i Sverige utgör 23%, vilket är högre än i OECD som helhet. Liksom i resterande OECD-länder ligger flickors resultat i Sverige högre än pojkars med ca 51 poäng, och nästan var tredje pojke ligger under nivå 2 (av 6). Denna skillnad har ökat sedan år 2000.

Både matematik- och läsförståelsedelen innefattade digitala test (som var valbara i de olika länderna) som Sverige valde att delta i. I läsförståelse låg Sverige på detta test på ungefär samma nivå som OECD-värdet. Sverige presterade dock sämre än år 2009. Även i detta test presterade flickor bättre än pojkar. Även i matematik är skillnaden mellan Sveriges och OECD-ländernas resultat mindre, vilket gör att det digitala provet framstår som bättre för svenska elever än det pappersbaserade. I det digitala provet för matematik var pojkars resultat signifikant bättre än flickornas. Försämringen är dock tydlig jämfört med tidigare år och den största nedgången syns bland lågpresterande.

Andelen elever med utländsk bakgrund har ökat sedan den första PISA-undersökningen – men nedgången i Sveriges resultat kan endast marginellt hänföras till denna grupp elever. Skillnaden beror mer troligt på

socioekonomiska faktorer. Variationen mellan svenska skolor är dock, i ett internationellt perspektiv, förhållandevis låg. Den genomsnittliga sammansättningen med avseende på elevers socioekonomiska bakgrund verkar ha störst betydelse för resultatet. Motiverade elever väljer ofta bort skolor med många lågpresterande elever – vilket försämrar förhållandet ytterligare för dessa elever. Resultatet visar ingen större skillnad mellan kommunala skolor och friskolor i socioekonomisk nivå.

Det är svårt att peka på en faktor som ligger bakom Sveriges sjunkande resultat. En faktor kan vara att olika kommuner satsar olika mycket resurser till skolor och lärare. Den minskande rekryteringen till lärarutbildningar kan bidra till färre lärare med adekvat utbildning. En annan internationell undersökning, TIMSS, visade att svenska lärare är missnöjda med sin arbetssituation och flera ångrade sitt yrkesval. Det är också intressant att reflektera över att svenska elevers prestationer i engelska och samhällsvetenskap jämfört med andra länder är mycket goda. Så nedgången verkar vara ämnesspecifik. Kanske har synen på matematik och naturvetenskap som svåra och tråkiga bidragit till de försämrade prestationerna (www.skolverket.se).

Vad mäter nationella och internationella prov?

Nationella prov i biologi, kemi och fysik genomförs i årskurs 6 sedan år 2013. På gymnasiet finns inga likande test för de olika NV-ämnena. Dessa prov ska underlätta för läraren att bedöma likvärdigt. Men det är viktigt att som lärare vara medveten om och reflektera över dessa provs möjligheter och begränsningar, då allt i kursplanerna kan inte testas med detta prov.

Kunskapskrav i ett målrelaterat betygssystem är inte helt lätta att tolka. För år 6 står det t ex att eleven för ett A ska använda utrustning på ett säkert, ändamålsenligt och effektivt sätt. Men vilken utrustning avses och vad är ett säkert sätt? Nationella prov utformas av ämnesexperter och provkonstruktörer, vilka ger SIN tolkning av kursplanerna. Dessa har därmed ett tolkningsföreträde, vilket lärarna sedan får förhålla sig till. En risk med nationella prov är att undervisningen styrs mot det som testas – vilket bara är en bråkdel av NV-ämnens kursplaners innehåll. Lärare tenderar t ex att reducera uppgifter som stimulerar kreativitet, så som fältarbete, till förmån för grundläggande färdigheter. Proven ska inte styra vilket betyg en enskild elev får, utan bör vara en del i en helhetsbedömning.

Ett sätt att öka likvärdigheten är att diskutera och jämföra bedömning med andra lärare (kallat moderering eller jämkning) eller genom sambedömning. I Australien finns ett system (den så kallade Queenslandsmodellen) för att öka likvärdigheten, där bedömning/betyg granskas av en extern granskningsgrupp av yrkesverksamma lärare. De använder sig inte av nationella prov utan ger eleverna chans att visa kunskaper i välbekanta situationer. I bedömningen ingår även en bredare bedömningsgrund med olika former av elevuppgifter som använts i den reguljära undervisningen.

Sambedömning används idag på många skolor – men det finns relativt lite kunskap om effekten av detta arbetssätt. Forskningen är mest baserat på lärarnas uppfattning av arbetssättet, t ex uppfattar lärare att de kollegiala relationerna förbättras. Bäst resultat uppnås om man utgår från konkreta bedömningsexempel. Sambedömningen måste också ha en tydlig struktur och ett tydligt ledarskap. Det är gynnsamt att i sambedömningen även inkludera ”icke-färdiga arbeten” för att diskutera hur återkoppling (med fokus på progressionen) kan ges. Inkludera även arbeten med stor variation och av elever med olika bakgrund för att öka bedömningskunskapen och likvärdigheten (Lundahl 2010, Jönsson 2012, 2013).

En problematisering av ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik i skola och samhälle

Anders Jidesjö (2012) har i sin avhandling behandlat ungdomars intressen och tankar kring naturvetenskap. Han utgår från resultaten från den internationella undersökningen ROSE (the Relevance of Science Education) och bemöter så väl hur undervisningen sker, som hur den tas emot av eleverna. Naturvetenskap och teknik undervisas ofta med syftet att leda till fortsatta högskolestudier – vilket gör att den allmänbildande faktorn ibland går förlorad. Utöver detta påverkas eleverna allt mer av medierna – vilka kan ha ett större inflytande på åsikter och synen på naturvetenskap än läroböckerna. Den naturvetenskapliga utbildningen har därför på många sätt hamnat i otakt med samhällsutvecklingen. Dessutom framför Jidesjö att elever har åsikten att naturvetenskap och teknik är kunskap och fakta som man inte kan eller behöver tycka och tänka om. Inom andra ämnen, till exempel samhällsvetenskapsämnen, är det öppet för alla att vara med och tycka och diskutera. Den naturvetenskapliga undervisningen har länge haft en transmissiv karaktär och uppfattas som att läraren levererar odiskutabla fakta utan en uppenbar koppling till elevernas vardag. Han studie visar dock att svenska ungdomar HAR ett intresse för naturvetenskap – men att dessa kan variera beroende på ålder och kön. Ofta är dock inte den undervisningen som lärarna ger i linje med vad eleverna vill lära sig mer om. Länken till avhandlingen ges sist i kompendiet.

Hyang-Chan Lin et al (2012) har studerat i vilken omfattning emotionella faktorer påverkar intresset och engagemanget för naturvetenskap. Det visar sig att elever som deltar i naturvetenskapliga aktiviteter utanför skolan (t ex tittar på TV, ser filmklipp på Internet, går på museum, etc) i större utsträckning skapar ett långvarigt intresse för naturvetenskap. Studier visar att intresset hos elever på högstadium/gymnasiums för naturvetenskap är viktiga för att kunna förutsäga ett val av en framtida karriär inom dessa områden. Detta visar att utbildning och information hämtat från skolan är starkt ihopkopplad med och påverkas mycket av fakta och information som inhämtas av eleverna efter/utanför skolan. Resultatet från denna studie visar tydligt att emotionella faktorer, så som intresse, nöje, och engagemang spelar en avgörande roll i lärprocessen av de naturvetenskapliga ämnena. Detta borde alltså spela roll för utformningen av naturvetenskaplig undervisning och allmänbildning rörande dessa ämnen. När lärare inom de naturvetenskapliga ämnena utformar lärande-aktiviteter bör de därför lägga extra stor tyngdvikt på att stimulera elevernas intresse och engagemang. Det finns ett glapp mellan skolundervisning och verklighetsnära upplevelser och detta bedöms, som tidigare nämnts, vara en av de huvudsakliga orsakerna till att naturvetenskap upplevs tråkigt, avlägset och svåråtkomligt. Man ska därför inte misstolka elevernas visade ointresse som ett uttryck för passivitet eller lathet. Tvärtom, så är eleverna långt ifrån passiva mottagare av naturvetenskaplig undervisning, utan dessa beteenden kan vara ett uttryck för att de är uttråkade och vill inte bli förminska genom en undervisning de inte kan knyta an till.

Wang och Berlin (2010) utvecklad olika verktyg för att utvärdera Taiwanesiska elevers attityder till naturvetenskap, med avseende på hur roligt/intressant de tyckte ämnet var, hur deras självförtroende i ämnet var, samt hur viktigt de tyckte ämnet var och hur detta återspeglades i undervisningen. Elevernas attityd gentemot naturvetenskap är en viktig faktor för att influera elevernas motivation, dels i skolan – men även för framtida yrkesval. De såg bland annat att det *inte* skilde sig mellan pojkar och flickor, vilket generellt har visats i andra studier, då intresset oftast är större hos pojkar (men det beror oftast på vilken disciplin inom naturvetenskapen som det gäller). Till exempel är flickor ofta mer positiva till biologi, medan pojkar mer uppskattar teknik. Detta kan i sin tur ha kulturella och sociala grunder. En olikhet som återfanns

mellan Taiwanesiska lärare och lärare i väst – är att undervisande lärare ofta är specialister inom respektive ämne och erhåller en hög status i yrket. Det tolkas resultera i lärare som är mer kompetenta och självsäkra, vilket kan påverka uppfattningen av ämnets betydelse och vikt. Generellt visades dock en allmän nedgång i intresse främst hos elever mellan 9 och 14 år. Det bedömdes finnas många faktorer som kan påverka intresset för naturvetenskap, så som kön, årskurs, geografisk spridning, socioekonomisk bakgrund, kulturell bakgrund, lärarnas undervisning och hur läroplanerna är uppbyggda och formulerade.

Tips på olika, "nya" sätt att undervisa NV-ämnena

För att få med yngre barn, samt att öka lärandet och förståelsen för de naturvetenskapliga ämnena föreslår Cakci och Bayir (2012) **rollspel**. Deras studie undersökte om rollspel kunde påverka intresset och förståelsen för naturvetenskap hos barn i 10-11 års ålder. Rollspelet syftade till att iscensätta en forskares livshistoria. Barnen fick utföra test före och efter rollspelet för att få syn på åsikter och kunskap. Resultatet visade att barnen uppvisade mer förståelse efter än innan rollspelet. Många av barnen hade på förtesten uppvisat en naiv bild och förståelse av naturvetenskapliga fenomen. De positiva aspekterna som kunde ses var bland annat en ökad förmåga att sätta in naturvetenskapen i ett socialt sammanhang. Men den största och viktigaste positiva effekten var en ökad förståelse hos barnen för den naturvetenskapliga metoden.

Datorsimulationer är ytterligare ett bra verktyg i naturvetenskaplig undervisning, speciellt då dessa ämnen berör abstrakta fenomen så som molekylformler och nanopartiklar. Dessutom finns det många laborationer som man inte kan utföra i skolan på grund av säkerhetsrisker eller bristande tillgång till avancerad utrustning. En studie (Smetana och Bell 2012) utvärderar och sammanfattar olika artiklar som undersökt om datorsimulationer har en effekt på lärande. De finner att dessa simulationer kan vara lika eller mer effektiva än traditionella undervisningsmetoder (t ex tavelundervisning, läroböcker eller praktiska övningar). Man bör dock observera att liksom, vad gäller all annan undervisning, så beror utfallet på hur datorsimulationerna används. Datorsimulationerna är mest användbara när a) de används som ett komplement till annan undervisning, b) när de är av hög teknologisk kvalitet, c) uppmuntrar eleverna till egen reflektion och analys. Om simuleringarna används rätt kan fler elever inkluderas i ett problembaserat lärande som är mer verklighetsnära och ger autentisk naturvetenskap. Även Buckley och Quellmalz (2013) visar i sin studie att det kan underlätta lärandet av de naturvetenskapliga ämnena, t ex som biologi, med datorsimulationer för att förklara teorier och system som annars kan vara väldigt komplext. Biologiska, levande varelser består av så många olika kemiska och biologiska system som tillsammans kopplas ihop på olika sätt för att åstadkomma organismer som kan interagera med varandra – eller i alla fall svara på olika yttre stimuli. Det som styr/påverkar kan vara allt från individuella joner till hela jordens biosfär. För att kunna tydliggöra detta komplexa system för elever kan man använda sig av olika typer av simuleringsprogram, t ex för att beskriva reaktioner i kroppen, genetik, eller hur ekosystem interagerar och hänger ihop. Författarna utvärderar också de olika simuleringsmetoderna, samt kopplar dem till ett formativt arbetssätt. Artikeln ger även bakomliggande teori som lärare kan använda för att komma igång med detta arbetssätt.

Vi finner ofta elever djupt försjunkna i sina mobiler och surfplattor då det är rast, och i vissa skolor ges **surfplattor eller datorer till eleverna som ett lärvärktyg**. Det har i samband med denna teknologiska utveckling fullkomligt exploderat i antalet skolanpassade **appar**, vilka kan vara en stimulerande och givande del av undervisningen. Nedan finner ni en lista över appar för Iphone/Ipad, samt android eller Windows 8. Dessutom finner ni några länkar att använda till vanliga persondatorer. Dessa appar är till största delen

anpassade för så väl grundskola som gymnasiet – men kan även användas som ett stöd för läraren för att fördjupa sina allmänna kemikunskaper. Tänk på att alltid testa apparna först så att de är anpassade efter lärarens undervisning och elevernas kunskaper och ålder.

Skolappar:

Apparna ni finner nedan är uppdelade i kategorierna;

- 1) *"Grundämnen och det periodiska systemet"*
- 2) *"Laboration (demonstration, planering eller genomförande)"*
- 3) *"Allmän kemi (uppslagsfunktioner och fakta)"*
- 4) *"Formler och beräkningar"*
- 5) *"Molekylstrukturer"*
- 6) *"Länkar/hemsidor" (för att använda till datorer)*

Grundämnen och det periodiska systemet
"Elementals" (Iphones och Ipad)
Information och bilder över det periodiska systemet på engelska.
"Periodic Table of Elements" (Ipad)
I denna app (engelska) finns information om 117 olika grundämnen och deras egenskaper, kemiska atomstruktur och fysikaliska tillstånd under olika förhållanden.
"Chemical elements" (Ipad)
Kortfattad information på engelska om våra grundämnen (engelska).
"The Elements – A Visual Exploration" (Android och Iphone)
Illustrerar det periodiska systemet på ett färgglatt och roligt sätt. Kan även fås i en 3D-version. Förklaringar är på engelska.
"Periodic table" (Android)
Information om (t ex smältpunkt och var ämnet hittats) och bilder på de olika grundämnena i det periodiska systemet (engelska).
"Merck PSE" (Android och Iphone/Ipad)
En av den mest nedladdade appen om det periodiska systemet, med en övergripelig så väl som detaljerad information om grundämnena och deras egenskaper. Denna app innehåller ett smart periodiskt system där man kan klicka på respektive ämne och få information om allt från atomvikt till vem som upptäckte grundämnet, var den upptäcktes och bilder på användningsområden, mm. På engelska.
"Periodiska Systemet frågesport" (Android)
Ett självträttande "prov" som kan vara en del av ett formativt arbetssätt där eleven snabbt får feedback på om hon/han gjort rätt.
"Periodiska Systemet" (Windows 8)
En heltäckande app rörande det periodiska systemet och ämnens egenskaper.

Laboration (demonstration, planering eller genomförande)
"Video Science" (Ipad)
Videofilmer (med tydliga förklaringar på engelska) över olika experiment. Finns även för biologi och fysik.

"Chemist – ditt eget hemlabb" (för Android och Iphone)

Låter eleven utveckla och testa laborationer som av olika skäl (t ex pga säkerhetsrisker) inte kan utföras på skolan. Anpassad för högstadiet eller gymnasiet. Läs mer och få recension på sidan:

<http://www.skolappar.nu/chemist/>

"Titration simulator" (Iphone)

Ger eleverna möjlighet att se filmer om olika titreringar, samt underlättar beräkningar av koncentration, pH etc. På engelska.

"Lab assistant" (Ipad)

Hjälper eleven (på engelska) vid planering av laborationer genom att visa vilken utrustning som är lämplig/olämplig och hur olika ämnen kan reagera med varandra.

Allmän kemi (uppslagsfunktioner och fakta)

"Science Glossary" (Ipad)

Förklarar ord (på engelska) vilket kan underlätta om eleverna läser vetenskapliga artiklar och rapporter på engelska. Detta är extra viktigt då engelska, enligt kursplanen i Kemi 1 och 2 på gymnasiet, ska vara en del av undervisningen.

"Chemistry Ref" (Ipad)

Beskriver på engelska olika grundämnen, kemiska begrepp, enheter och formler för beräkningar.

"General Chemistry" (Iphone och Ipad)

Beskriver (på engelska) egenskaper hos grundämnen, föreningar, molekyler och joner. Kan användas för att hitta gasers egenskaper och gaslagar. Hjälper elever att balansera formler. Underlättar vid beräkningar av t ex entalpi, jämvikt och utbytet av reaktioner.

"Koll på kemi" (Iphone och Ipad)

Förklarar grundläggande kemi för högstadiet med hjälp av videolektioner. Lektionerna är mellan 3-5 minuter långa. Huvudmomenten är:

Atomen och grundämnen
Syror, baser och pH
Kolatomer och livets kemi
Kemiska föreningar och metanserien
Kretslopp
Kemiska och fysikaliska förändringar
Kemins historia
Nedbrytning
Analysmetoder, hypoteser och laborationer
Kemiska föreningar och metanserien
Partikelmodellen
Vatten

"Plastguiden" (Android och Iphone)

Information om plaster och dessas bearbetningsmetoder, samt om olika återvinningsmetoder och miljöeffekter (från Plast- och Kemiföretagen).

"Kunskapskällan" (Android och Iphone)

Allmän information om olika NO-ämnen. Bäst anpassad för grundskolan (åk 4-9).

"E-nummer guiden"

Hjälper dig att få information om olika ämnen, föreningar och molekyler. Listad efter ämnesgrupp och funktion.

"Chemistry cheat sheets" (Iphone/Ipad)
Allmänna kemikunskaper som kan komplettera kemiboken (på engelska).
"Organic chemistry - class 12"
Flervalsfrågor på engelska rörande organkemi för gymnasiet och högre studier. Tar bland annat upp strukturer, egenskaper och reaktioner. Kan användas i formativt syfte som självvärdering.
"Chemistry QiuZu" (Android)
Snabba kemifrågor på engelska för att repetera basala kemikunskaper inför ett prov eller som självvärdering. Passar för högstadiet och gymnasiet
"Chemistry mobile free" (Android)
En app för att underlätta kemistudier på gymnasiet (engelska). Innehåller bland annat: -Balansera kemiska ekvationer -Utföra stökiometrisk beräkningar -Gas lagar -Periodiskt system -Substansmängdsberäkningar -Lista över formler -Löslighetsinformation
"Chemical pal" (Android)
Allmän kemiinformation om grundämnen, beräkningar och former (på engelska). Passar för gymnasiet.
"Learn Chemistry by WAG mob" (Android)
Kort sammanfattning (på engelska) av områden så som: - Periodiska systemet - Atomstrukturer och orbitaler - Kemisk bindning - Balansera reaktionsformler - Organisk kemi
"Chem Pro – Chemistry tutor" (Iphone/Ipad)
Ger information (på engelska) rörande olika typer av bindningar och hur och varför dessa bildas.
"Chemical safety data sheets" (Iphone/Ipad)
Denna app visar internationella regler för säkerhet rörande kemikalier (International Chemical Safety Cards [ICSC]) från FN och världshälsoorganisationen (WHO). På engelska.
"Vetenskap – mikrokosmos" (Iphone/Ipad)
Underlättar biokemistudier på gymnasiet genom att förklara och visa bakterier och virus.

Formler och beräkningar
"Formelsamlingen" (Android och Iphone/Ipad)
Formler i matematik, fysik och kemi för gymnasiet. Formlerna är kategoriserade efter ämne, kurs och område.
"Chemist formula calculator" (Android)
Underlättar kemiska beräkningar och användandet av olika formler (på engelska).
"Chemistry helper" (Android)
Ger snabb och kortfattad information rörande ämnen, beräkningar och konstanter och formler. Passar för

gymnasiet och högstadiets sista år och är skriven på engelska.
"W Chemistry handbook" (Android)
Har sökfunktion för information om olika ämnen rörande t ex smältpunkt eller isoelektriska punkter. Kan även underlätta vid beräkningar av t ex substansmängd och koncentration. Passar för gymnasiet och är på engelska.
"Chemistry – Molar mass" (Iphone/Ipad)
En bra hjälp och stöd då eleverna börjar räkna med Avogadros konstant, substansmängd och koncentration (stökiometri). För gymnasiet (på engelska).
"ChemCalc" (Ipad)
Underlättar stökiometriska beräkningar och ger tips på formler och tydliga övningsexempel. För gymnasiet (på engelska).
"ChemApp Lite: Chemistry Formula App" (Ipad/Iphone)
Stödjer eleven då den ska balansera kemiska formler. Underlättar förståelsen för molförhållanden för att sedan lättare kunna utföra kemiska beräkningar. På engelska.

Molekylstrukturer
"NDK molecular viewer" (Android)
Ger eleverna möjlighet att se molekyler (främst proteiner) i 3D, samt kunna vrida på molekylen för att se den från olika håll och med och utan sidokedjor. Förklaringar och instruktioner på engelska.
"C mol", "Molecular viewer 3" och "Imolecul builder" (Ipad)
Tre avancerade appar för att studera molekylers uppbyggnad och struktur. Passar bäst för gymnasieelever och ger instruktioner på engelska..
"3D Molecules Edit & Drill" (Ipad)
En app för att ge eleverna chans att bygga, konstruera och modifiera molekyler i 3D. De kan även studera vad förändringar i molekylstrukturer kan generera för effekter. På engelska.
"3D cell" (Iphone/Ipad)
Hjälper eleven att studera de organeller och strukturer som är inblandade i t ex cellandning, glykolysen och proteintillverkning. Cellerna kan vridas för att ge eleverna en 3D bild. Instruktioner på engelska.
"Atoms in motion" (Ipad)
En interaktiv app som låter eleverna simulera molekylär dynamik. Kan fungera både på högstadiet och gymnasiet – men passar kanske bäst som en demonstration på högstadiet. Instruktioner på engelska.
"ChemDoodle Mobile (Android och Iphone/Ipad)
En avancerad app (för senare delen av gymnasiet) för att beräkna och förutse strukturer på organiska molekyler. Instruktioner på engelska.
"Chem Spider" (Iphone/Ipad)
Sökmotor för ämnen baserat på namn eller struktur. För gymnasiet (engelska).
"Chemjuice" (Iphone/Ipad)
Lättanvänd app för att underlätta att rita molekyler, ämnen och föreningar. Instruktioner på engelska.

Länkar/hemsidor
http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/listing?searchtext=Classic+Chemistry+Experiments

"Learning chemistry", ger exempel på olika experiment med handledning och videor http://chemistry.about.com/od/highschoolprojects/
Kemi för högstadium och gymnasium – ger förslag på kemiprojekt http://www.polymer-search.com/covalent/high-school-chemistry-guide.html
Listar massor av "receptlaborationer" vilka kan fungera som en bra utgångspunkt för skapandet av egna laborationer http://a2zhomeschooling.com/explore/chemistry_kids/chemistry_experiments_at_home
Ger tips på laborationer man kan göra hemma med vardagskemikalier http://www.sciencebob.com/experiments/
Listar roliga experiment som kan göras hemma eller i skolan http://www.education.com/science-fair/high-school/chemistry/
Visar roliga och intresseväckande experiment för gymnasiet http://ocw.mit.edu/high-school/chemistry/demonstrations/
Kemin bakom demonstrationerna. Genomför och förklarar laborationer http://www.chemtopics.com/labs.htm
En hemsida med tips på många experiment – men kanske med en lite tråkig layout... http://www.scienceinschool.org/2010/issue16/microscale
Ger exempel på laborationer och teman i mikroskala

Hur går valet till gymnasiet till?

Per Anderhag och hans kollegor (2012) ger oss en spännande inblick i vad det är som påverkar grundskoleelevernas val inför gymnasiet – och i synnerhet gällande de naturvetenskapliga programmen. Författarna diskuterar olika aspekter som kan påverka detta val, så som individens socioekonomiska bakgrund, eller läraren som person med sina egna kunskaper, utbildning och pedagogiska förmåga. Utöver detta diskuteras de naturvetenskapliga ämnenas rykte om sig att vara svåra och att de därför inte upplevs som ämnade för alla elever, utan endast för en grupp "elit" elever. En låg tilltro till den egna kapaciteten kan därför också förhindra att eleverna väljer att närma sig dessa ämnen. Utöver detta så har NV-ämnen normer, språk och miljöer som eleverna har svårt att relatera till, och vilka upplevs främmande. Det blir en brist i kopplingen mellan vardagsspråket och vardagens erfarenheter och det naturvetenskapliga språket med många abstrakta begrepp och modeller. Resultaten av denna studie visar att det finns en positiv korrelation mellan matematik- och NV-betyg, vilket ger en ökad sannolikhet att söka naturvetenskapliga program på gymnasiet. Slutbetygen, som sådana, hade därmed en mindre inverkan på valet till NV-utbildningar än de enskilda betygen i NV-ämnena och matematik.

Jörgen Sjöstad (2012) beskriver en undersökning av i vilken omfattning och på vilket sätt personer i omgivningen kan ha inflytande över huruvida elever väljer högskoleutbildningar inom naturvetenskap, teknologi eller matematik. 5 007 elever i Norge besvarade ett frågeformulär med öppna frågor, så väl som flervalsfrågor angående deras val till högre studier och vad som påverkat deras val. Föräldrar visades påverka genom samtal och stöd, medan lärare kan fungera som förebilder, samt ge positiva upplevelser runt ämnet. Kändisar och filmer har mindre inflytande på valet till högre studier – medan vänner och kontakter

med personer med erfarenheter av studier och olika naturvetenskapliga yrken verkar ha störst påverkan på elevernas val.

Det finns alltså en oro över att få elever verkar välja att söka sig till naturvetenskapliga och tekniska fortsättningsutbildningar efter gymnasiet. En dansk forskningsrapport (Tolstrup et al. 2012) presenterar resultatet av en studie gällande elevers val att stanna eller söka sig bort från NV/TE efter gymnasiet. Speciellt har de tittat på elever som har haft något NV/TE-ämne som sitt favoritämne i skolan – men som sedan valt att inte fortsätta på denna bana i sina högskolestudier. De analyserar över hur elevernas förväntningar och tankar inför naturvetenskapliga högskolestudier är. Resultatet visade att de elever som inte valde NV/TE högskoleutbildningar upplevde dessa ämnen som stela och fixa och därmed inte skulle ge dem möjlighet att växa, utveckla sig eller nå önskade framtida jobb. Det vill säga, de hade svårt att identifiera sig med ämnena. Även hos de elever som faktiskt valde NV/TE utbildningar efter gymnasiet hade samma åsikter om ämnena, samt att de bar med sig en önskan om att undervisningen inom ämnena skulle vara mindre stel. Författarna till artikeln föreslår därför att högskolor och universitet för de naturvetenskapliga och teknologiska ämnena, skulle bemöta dessa inställningar för att kunna dra till sig elever som vanligtvis skulle ha valt bort dessa utbildningar.

Vad kan man göra i lärarutbildningen?

Pernilla Nilsson, Högskolan i Halmstad (2012) ger förslag på hur man redan under lärarutbildningen och genom fortbildning för lärare kan komma åt det minskade intresset för de naturvetenskapliga ämnena. Hon beskriver "learning study" som en metod för lärare att få syn på och utveckla sin förmåga att tydliggöra naturvetenskapliga fenomen och teorier. I det beskrivna projektet runt "learning study", arbetar lärare tillsammans med forskare för att utforska lärarnas undervisningsaktiviteter så att de tillsammans kan identifiera vad som upplevs svårt eller är kritiskt för elevernas lärande. Projektet syftade till att undersöka hur (om) lärare ökar sin professionella kunskap runt undervisning, och i sin tur om detta ger ökat lärande hos eleverna. Studien utfördes på grundskoleelever (högstadium) och fokuserade på jonbegreppet och hur joner bildas. Undervisningen filmades och kommenterades/analyserades av inblandade lärare och forskare. Lärargruppen utvecklade sedan undervisningsmomentet för att öka lärandet. Nästa elevgrupp som möter ämnesområdet får då tillgång till ett mer utvecklat och genomtänkt material. Resultatet ger insikt i hur och att lärare kan utveckla sin undervisningsteknik och kunskap genom att studera och analysera den egna praktiken. T ex kom detta arbetssätt åt faktorer och begrepp som läraren tagit för givet att de förstods av eleverna – vilket genom analys snarare visade sig orsaka svårighet eller missförstånd för eleverna. Betydelsen av det kollegiala lärandet blir även här tydligt (Jönsson 2013). Det är även viktigt att ämneskunskapen hos undervisande lärare på lärarutbildningen är hög, så att fokus inte hamnar endast på ämnesdidaktik utan även på ämnet. Utan en kunskap inom respektive ämne blir ämnesdidaktik ett tomt verktyg.

Sammanfattning av internationella studier rörande betydelsen och bedömning av praktiskt arbete inom kemi

Laborationer anses kunna underlätta lärande och förståelse för kemi och naturvetenskap. Men hur praktiskt arbete omfattas i kemikurser varierar både inom Sverige och internationellt. Även i vilken omfattning dessa förmågor bedöms varierar. Denna text sammanfattar internationella studier på området.

En studie i **Stor Britannien** tar upp frågan om "görandet" som en laboration omfattar, faktiskt leder till förståelse (**Toplis och Allen, 2011**). De konstaterar att de flesta elever gillar laborationer. En orsak tros vara att eleverna har en viss kontroll över hur fort de ska jobba, vilken organisation som är lämplig och vilken kunskap som kan appliceras. Lärare menar att laborationerna hjälper eleverna att förstå koncept och begrepp – och att all naturvetenskaplig kunskap inte kan hämtas från kursböcker. Men i vilken grad denna påstådda ökade förståelse faktiskt sker hos eleverna är ofta inget som lärarna frågar sig. Det finns tyvärr få studier som pekar på detta samband mellan laborationer och lärande. Observationer i egen rätt ger ju inte automatiskt lärande. De laborationer som kan anses ökar lärande är så kallade "öppna laborationer" som kan ge eleverna ökad motivation och känsla av att "äga" lärandet, samt att de själva inser betydelsen av bakgrundkunskap för att ens kunna forma sin laboration. Dessa typer av laborationer gör att eleven ställer färre frågor av karaktären "vad ska hända?". För att på ett givande sätt kunna arbeta med dessa laborationer måste läraren ha nått en insikt i att kemikunskaper är mycket mer än ett "rabblande" av fakta och formler. Artikeln definierar olika typer av öppna laborationer till att vara av typen "hypotes-testande" och "problemlösande", varav den sistnämnda sällan används i engelska skolor. Då elever tillfrågades om de att de gärna utför öppna laborationer – men att de då gärna vill ha chans att göra om och utveckla laborationen (med chans till högre betyg). Eleverna sa även att öppna laborationer förekom i mindre grad i högre åldrar – då laborationer istället hade mer "receptkaraktär". Artikeln visade att lärare ofta fokuserar laborationerna till att utveckla naturvetenskaplig förståelse, snarare än naturvetenskaplig nyfikenhet och testande av egna teorier.

I **Slovenien** studerades de olikheter det finns i läroplanen med avseende på praktiskt arbete inom de olika naturvetenskapliga ämnena (**Sorgo och Spornjak, 2011**). Ett problem är att utbildningen i landet inte tidigare har varit anpassad efter nya tekniker och metoder. En ny läroplan behöver därför ha ett annat fokus. För att anpassa och förbereda landet för framtiden behövs både naturvetenskaplig allmänbildning, så väl som en kunskapsbas och motivation som förbereder intresserade elever för framtida jobb inom forskning och industri. Författarna sammanfattar undersökningar som visar på fördelen med att använda undersökande (inquiry based) undervisning och fältarbete för att öka lärandet och hjälpa eleverna att nå högre kognitiva nivåer. Detta innebär att den praktik som används i den slovenska skolan måste ändras. För att detta sedan ska kunna genomföras i skolorna måste lärarna ha tillgång till vidareutbildning inom både ämnet och nya pedagogiska metoder/teorier. Om läroplanen är överlastad med faktainnehåll och begrepp lämnas ett allt för litet utrymme för lärarna att kunna initiera och genomföra problemlösande, kontextbaserat lärande. Det är stor skillnad mellan riktlinjerna för de olika naturvetenskapliga ämnena i läroplanen, där biologi anses ge en filosofisk och omvärldsreaterad undervisning, medan kemi och fysik anses mer laborativa. Målet för kemi är att eleverna ska kunna "välja och använda rätt typ av utrustning", "identifiera experimentella faktorer", "skilja på konstanter och variabler", "värdera sannolikheten av resultaten" och "kunna dra slutsatser kopplade till kända teorier". Tyvärr är laborativa förmågor bara övergripande nämnt för lägre åldrar. För högre åldrar är de laborativa inslagen mer framträdande och fokuserar mer på metoder, apparatur och säkerhet. Målet är, som tidigare angetts, att använda undersökande undervisning och att innehållet ska kopplas till elevernas intresse.

Följande artikel diskuterar praktiskt laborativt arbete i **Irland** (**Kennedy, 2011**). Det var först så sent som 2003 som laborativt arbete blev obligatoriskt i landet. Praktiskt arbete har varit med i läroplaner längre än så – men då i frivillig form, som varierade mycket mellan skolorna. Nytt fokus på laborationer ledde till ett behov av en annan typ av bedömningsmodell. Denna artikel sammanfattar läget på Irland och ger exempel

på tre olika metoder för bedömning av praktiskt arbete. När laborativt arbete blev obligatoriskt gavs lärarna instruktioner att; "uppmuntra praktiska aktiviteter som utmanar kreativitet, undersökande och fantasi hos eleverna", "ge möjligheter att testa och manövrera utrustning", "ge möjlighet att planera undersökningar och lösa problem". Eleverna ska enligt instruktioner föra en laborationsbok som ska motsvara ca 10% av det slutgiltiga betyget. Det testades inledningsvis att låta utvalda skolans elever genomföra tre olika öppna laborationer som skickades ut av skolmyndigheterna. De uppgifter som gällde för kemiämnet rörde t ex färgämnen hos växter, neutralisation av magsyra och nedbrytning av väteperoxid till syrgas (effekt av koncentration på reaktionshastigheten). De problem som då framkom var bristen på laborationssalar, samt utrustning och att öppna laborationer tar mycket tid och kräver djupa ämneskunskaper hos läraren. Detta arbetssätt ökade även arbetsbördan avsevärt hos lärarna. Det visade sig nämligen att eleverna behövde mycket hjälp för att komma igång med det självständiga laborativa arbetet, samt att brainstorming och planerande tog mycket tid. Eleverna fann även att språket i uppgiften var svårt. Ett annat problem var att eleverna tog olika mycket tid på sig – vilket även ledde till extraarbete för läraren som då måste finna på nya uppgifter och salar till de elever som var klara snabbare. Lärarna fann därför att dessa laborativa prov snarare testade deras kunskaper, än elevernas. Man konstaterade att bedömning av laborativt arbete bör ske enligt en väl definierad checklista och med tester/intervjuer med eleverna före och efter genomfört laborationsprov. Den laborationsbok som eleverna fört under kursen bör därefter bedömas externt. Komitten bakom testet med laborativa prov noterade att reformer inte får vara för omfattande då detta inte var genomförbart bland lärare, utan förändring måste ske stegvis. De konstaterade även att ett laborativt prov ska användas för att testa sådant som inte kan testas med traditionellt skriftligt prov eller laborationsrapport. Genom att bedömas på praktisk förmåga tros eleverna motiveras att ta större del av och initiativ i laborationer. Då fokus inte ska ligga på rabblandet av faktakunskaper får eleverna ha sin laborationsbok tillhanda då de utför laborationsprov, samt intervjuer. Vid studier av dessa praktiska tester fann man att det inte fanns någon större korrelation mellan teoretiska provresultat och dem genererade vid praktisk examination. Man fann även att förmågor så som "analys", "syntes" och "utvärdering av metod och teori" inte i någon högre grad testades med traditionella skriftliga prov eller rapporter. Teoretiska prov och rapporter konstaterades därför bara kunna utvärdera en begränsad del av kemiämnet.

Australien har länge byggt sitt skolsystem på läroplaner i andra länder, med fokus på Stor Britannien. På senare år har behovet av ett eget skolsystem med lokal anpassning växt fram. **Kidman (2011)** sammanfattar det vägskalet Australiens skolsystem står inför – med fokus på de praktiska förmågorna och problembaserat lärande inom de naturvetenskapliga ämnena. Kemi har i Australien sedan länge undervisats med fokus på fakta och teori – långt ifrån laboratorium. Den nya läroplanen förordar att eleverna "identifierar problem, observerar, mäter, klassificerar, ordnar, förutser, formulerar hypoteser, genomför experiment, tolkar data och funderar över resultatens rimlighet". Tidigare genomfördes laborationer endast för att verifiera en teori eller begrepp och enligt "recept" modell. Detta arbetssätt har enligt artikeln lett till en undervisning som inte eleverna kan relatera till eller finna intresse av. Det har resulterat i att få elever väljer att läsa kemikurser i motsvarande det svenska gymnasiet, samt på universiteten. Utredningar rörande detta visade att en bra kemiundervisning bör baseras på ett undersökande arbetssätt som utgår från elevkonstruerade frågeställningar. Elever lär bäst om de tillåts komma fram till slutsatser på egen hand, genom att kontinuerligt öva denna process med handledning av läraren. Elever ska få en autentisk upplevelse av naturvetenskap. Kemiundervisning bör förbereda eleverna för att (oavsett om de väljer ett naturvetenskapligt yrke eller ej) leva i och förstå ett framtida samhälle med en konstant teknologisk och vetenskaplig förändring. Den sociokulturella betydelsen av ett naturvetenskapligt kunnande har länge eftersatts, vilket vi även upplever i det svenska samhället. Den nya australiska läroplanen fokuserar därför

runt tre grundpelare; förståelse av naturvetenskap (fakta, naturlagar, principer och modeller), naturvetenskap för människans strävan (betydelse för moral, etik, sociala strukturer och möjliga karriärer), och naturvetenskapliga undersökande förmågor (laborationer). Alla dessa grundpelare är av likvärdig betydelse. Detta sätter dock en ny och ökad press på lärare, främst i de lägre åldrarna, vilka är ovana med detta arbetssätt. För att studera hur australienska lärare ser på praktiskt naturvetenskapligt arbete så utfördes en utvärdering. Denna visade att lärare kunde finna 6 olika former av laborativt arbete. 1) Demonstrationer 2) Lärarledda aktiviteter (där läraren ger färdiga frågeställningar och metoder), 3) Fria aktiviteter (där eleverna fritt får fokusera på en egen frågeställning) 4) Metodträning, 5) Lärarledda öppna laborationer 6) Elevbaserade öppna laborationer. Men flertalet av de utfrågade lärarna kände stor nervositet för de moment som gav eleverna större frihetsgrader. Anledningen var dels att lärarna inte ansåg sig ha tillräckligt djupa ämneskunskaper, och dels rent organisatoriska aspekter så som hur man bibehåller ordningen i ett klassrum där alla elever håller på med olika saker. Ett annat problem som lärarna lyfte var hur man kan lagra och behålla alla dessa olika elevprodukter. Det som ansågs positivt var att öppna arbetsmetoder gav eleverna möjlighet att tänka vetenskapligt, samarbeta med andra, får öva problemlösning, genomföra egna undersökningar, samt att ta reda på och följa instruktioner. Lärare i yngre åldrar förordade främst att det "nya" arbetssättet gav eleverna ett ökat intresse och glädje för kemi, medan lärare för äldre åldrar främst såg möjligheter för eleverna att fördjupa sitt naturvetenskapliga tänkande. Alla lärare, oavsett i vilka årskurser de undervisade, förordade dock utökat lärarstöd och fortbildning.

Även i *Israel* har fokus i kemiämnet flyttats mer mot en undersökande arbetsform (**Mamlök-Naaman och Barnea, 2011**). Författaren lyfter, som tidigare nämnt, bristen på studier som faktiskt bevisar att praktiskt laborativt arbete generellt leder till ett ökat lärande. Den viktigaste komponenten för att generera lärande är att låta eleverna själva testa apparatur och teorier, samt pröva sina egna ideer. Detta kräver dock att eleverna ges tid för reflektion och interaktion med andra elever. Eleverna måste få kontinuerlig feedback och ha tid att reflektera över denna. Utan detta kan man som lärare inte förvänta sig att eleverna kan nå ett metakognitivt tänkande. Utmaningen är att ha lärare med adekvat och djup ämneskunskap och vilja att utveckla och ändra ett traditionellt arbetssätt. En faktor som bidrar till en ovilja att anamma öppna laborationer är de allt strängare säkerhetsreglerna och kraven på en adekvat riskbedömning av varje laboration. Ett traditionellt arbetssätt innefattar att testa laborativ förståelse genom skriftliga arbeten (prov eller laborationsrapporter). Men även om skolreformer förordar en problembaserad, undersökande arbetsform så betonas även vikten av "receptlaborationer" som ett verktyg för att öva användandet av apparater och utrustning. Vad gäller receptlaborationer förväntas eleven öva; att följa instruktioner, använda instrument, samla och dokumentera data, analysera data, jämföra grafer/bilder och liknande, samt att skriva en rapport. När det kommer till de öppna laborationerna ska eleven kunna; formulera en genomförbar frågeställning, ställa en hypotes, planera laborationen, genomföra undersökning, analysera genom jämförande med kända teorier och trovärdiga källor, samt slutligen dra slutsatser. Israels skolansvariga ville även inkludera databaserade laborationer i skolutvecklingen. Också genom detta arbetssätt kan eleverna öva ett undersökande arbetssätt och kan digitalt få tillgång till avancerade metoder som individuella skolor inte kan hushålla med. Målet var att genom dessa digitala laborationer lättare koppla till aktuella och verklighetsnära frågeställningar. Ett sätt att komma åt "rädslan" för kemikalier är att lyfta fram och tipsa om laborationer i mikroskala.

Bedömning av praktiska förmågor baseras i Israel på en så kallad "hot report", vilken varje elev skriver före, under och efter laborationen. Dessa "hot reports" ska elever, i motsvarande grundskolans senare år, genomföra i samband med ett tjugotal öppna laborationer. Dessa rapporter, tillsammans med provresultat, traditionella rapporter, etc, samlas i varje elevs egen portfölj. Eleven ska även inkludera analyser av

vetenskapliga rapporter. Portföljerna bedöms kontinuerligt och ges feedback som leder eleven att gradvis förbättra sina prestationer. Slutligen bedöms även vid ett nationellt kursprov. För att underlätta för lärare har ett exempelmaterial producerats, där t ex förslag på öppna laborationer ingår. Ett system av expertlärare som erhåller fördjupningskurser är ett annat sätt att underlätta övergången till ett nytt skolsystem. Dessa lärare fungerar sedan som ambassadörer på sina respektive orter, med en stor likhet till Sveriges nya NT-utvecklare (Skolverket). Arbetet som genomförs av expertlärarna ska resultera i ett tryckt material med provfrågor, laborationsförslag, presentationer och övningar. Återigen betonas vikten av vidareutbildning för alla lärare för att kunna applicera önskade förändringar i skolans verklighet. Lärarna själva måste få öva att göra öppna laborationer själva för att i sin tur kunna föra kunskapen till eleverna. En intressant aspekt som borde kunna tjäna som ett gott exempel även i den svenska skolan. Det formativa perspektivet att feedback ska fungera åt båda hållen är tydlig i den israeliska läroplanen. Elevernas resultat ska direkt påverka lärarens fortsatta undervisning för att öka lärandet. Även det kollegiala lärandet är av stor betydelse för att lyckas med det, för många lärare, nya arbetssättet. Skolmyndigheter och skolans huvudmän bör även vara medvetna om att förändring tar tid och denna tid måste avsättas till lärarna under den initierande fasen. Liksom elever måste lärare få kontinuerlig återkoppling på sina prestationer.

Tyskland har länge haft ett komplext skolsystem där landets olika regioner har varit ganska fria att forma sin egen läroplan. Övergången till en mer generell läroplan, där betydelsen av det praktiska arbetet inom naturvetenskapliga ämnen lyftes fram, presenteras av **Fuccia och kollegor (2011)**. Tidigare har läroplanerna inom kemi fokuserat på att lära fakta och teorier, utan koppling till fenomen och frågor från elevernas verklighet. Under 80-talet väcktes dock intresset för ett undersökande arbetssätt, fast med begränsad utbredning. Generellt utfördes receptlaborationer med givna svar och resultat. Slutligen gav de dåliga resultaten på PISA och TIMMS undersökningarna (år 2000 och 1997) Tyskland en spark i rätt riktning. En nationell standard för naturvetenskaplig undervisning utvecklades, som frångick de tidigare läroplanerna som främst redogjorde för en radda begrepp som eleven skulle kunna. Fyra kunskapsområden definierades; ämneskunskaper, sökandet av nya kunskaper, kommunikation av kunskaper och utvärderande förmåga. Kemistandarden redogör att eleverna ska kunna; formulera frågeställningar, planera rimliga undersökningar, genomföra undersökningarna, dokumentera observationer och resultat, ta hänsyn till säkerhet och avfallshantering, koppla slutsatser och resultat till teorier och applikationer i vardagen eller samhället. För att underlätta för eleverna att initiera laborationer (och stötta lärare främst i de lägre åldrar), konstruerades laborationer som kan genomföras med vardagskemikalier (den äldre läroplanen har resulterat i en brist på laborationssalar, utrustning, samt kemikalier). Ett annat statligt stödmaterial lyfter fram användandet av mikrolaborationer. Andra tips förordar användandet av "learning-at-stations" där eleverna får pröva många olika laborationer genom att rotera vid olika laborationsstationer med olika experiment. Det senare tipset har visat sig underlätta för eleverna att skaffa sig en holistisk bild av kemiämnet. För att stimulera det naturvetenskapliga tänkandet, samt samarbetet mellan elever har de olika "cirklar" där de förklarar och beskriver för varandra. Läraren kan även ge ut frågor/uppgifter tillsammans med en samling möjliga svar. Eleverna ska sedan diskutera fram i grupper vilket svar som verkar mest korrekt och varför. För att fullständigt förstå naturvetenskapliga instruktioner – måste dock eleverna kunna prata och förstå språket som talas i klassrummet (linguistisk förmåga). Detta gäller inte bara tyska skolelever – utan är tydligt framställt i tolkningarna av svenska elevers resultat på de senaste PISA-undersökningarna. Att göra ordlistor är ett sätt att komma åt detta problem i en elevaktiv uppgift. Man kan som lärare även i större omfattning använda bilder och andra illustrationer för att stötta den språkliga utvecklingen. Ett sätt att kombinera detta kan vara att eleverna – istället för en traditionell laborationsrapport – gör en "bilddagbok" över experimentuppställningen, genomförandet och resultaten. Som lärare kan man även göra

en laborationshandledning där det finns luckor, som eleverna själva ska kunna fylla i innan laborationen genomförs. Tyskland har även "out-of-school-lab" som kan komma till skolor som inte har tillgång till laborationssalar. Klagamål har dock framförts att dessa mobila laborationssalar inte i praktiken når alla elever, t ex på landsbygden. Dessutom så kan inte alltid de laborationer som de mobila labben erbjuder direkt knyts till läro- och kursplanerna.

Språkutveckling – en förutsättning för lärande

Det är ett faktum att naturvetenskapliga ämnen har ett vetenskapligt språk med abstrakta begrepp som kan vara svårt för elever att ta till sig. Speciellt då begreppen som används kan ha en annan betydelse i ett vardagligare sammanhang. Elever ska under naturvetenskapliga kurser kunna få förståelse för metaforer, abstraktioner av system (som immunförsvaret), samt av "virtuella världar" som datorprogram vilka visar modeller av t ex ett proteins struktur (Halliday 2006). Detta kan problematiseras ytterligare då undersökningar så som PISA (t ex PISA 2012, vars analys finns att hämta från Skolverkets hemsida) och TIMMS (Trends in international Mathematics and Science studies) visar att svenska ungdomar presterar sämre än tidigare rörande språkfaktorer, så som läsförståelse. Bland annat når en femtedel av eleverna inte upp till basnivån i läsförståelse. Dessutom uppfattar elever att det naturvetenskapliga språket inte har någon användning i deras liv och framtid – utan är ämnad för en "elit" som kommer att "ta hand om" de naturvetenskapliga/tekniska utvecklingsarbetet i vårt samhälle (Halliday 2006). Eftersom de naturvetenskapliga ämnena alltså innehåller *ännu ett språk* med många ämnesspecifika och abstrakta begrepp, så är en vägledning och ett stöd för eleverna rörande deras språkutveckling av största vikt. Nedan ser ni några exempel på vad ett språkutvecklande arbetssätt kan innehålla:

Metod:	Förklaring:
Ordlistor	Eleverna skriver upp ord och begrepp de inte förstår och försöker hitta förklaringar på dessa. Dessa behöver inte vara av naturvetenskaplig karaktär – men är av vikt för att förstå sammanhanget. Dessa ordlistor får eleven sedan feedback på av läraren – varefter eleven ges möjlighet att komplettera. Ordlistorna finns med under hela kursen, vilket ger eleverna en helhetsbild av kursens innehåll och kunskapsprogression. Den kompletterade ordlistan kan sedan användas som grund vid prov och arbeten.
Snabbläsning	Då många elever har svårt att läsa långa stycken, speciellt av naturvetenskaplig karaktär, så kan de få öva sin förmåga att "snabbläsa" och plocka ut det viktigaste i en naturvetenskaplig text. De ska t ex plocka ut de tio viktigaste orden ur texten och använda dessa för att berätta för en kamrat (eller läraren) om innehållet.
Egen faktabok	För att sträva mot en kunskapsprogression där eleven får en helhetsbild av kemiämnet kan det fungera bra att låta dem göra en egen "faktabok"

	som fylls på under kursens gång. När eleverna arbetar med olika delar av en frågeställning (som i exemplet som ges i denna text) är det extra viktigt att sammanfatta alla elevers kunskap och arbeten så alla eleverna har samma kunskapsbas. Respektive elev får kontinuerlig feedback av läraren för att undervika att missförstånd uppstår och befästs. Boken kan även fungera som en loggbok över kursen om detta önskas.
Concept cartoons	"Concept cartoons" kan med fördel användas i NV-ämnena, både i grundskolan och på gymnasiet. Materialet bygger på teckningar där elever (eller lärare) uttrycker sina tankar om olika fenomen, begrepp eller sammanhang i vardagen. Meningen är att de ska väcka intresse, skapa diskussioner och stimulera naturvetenskapligt tänkande.
Använda begreppen (gör dem levande)	Utgå från elevens egna begrepp (t ex i ordlistan nämnd ovan) och uppmana eleverna att använda dessa när de svarar på frågor, samarbetar med varandra eller planerar projektet. Begreppen ska kunna <i>användas naturligt och i rätt situation.</i>

Det laborativa arbetets betydelse i undervisningen

Vi ska enligt Skolverkets instruktioner bedöma hur väl eleverna genomför praktiska uppgifter, vilket kräver att vi utgår ifrån en bedömning som inte endast mäter teoretiska kunskaper. Detta stämmer väl med "***det naturvetenskapliga arbetssättet***" som tydligt betonas i kemiämnets syftestext. Detta förutsätter att eleven kan formulera frågeställningar, genomföra undersökningar, tolka dessa och vid behov justera sina metoder. Här följer några frågor att som lärare reflektera över och diskutera med sina kollegor.

Reflektera med dina kollegor över:
1. Vilken roll har det laborativa arbetet i din undervisning?
2. Vad är för- och nackdelarna med "receptlaborationer"?
3. Är det svårare eller lättare att bedöma praktiska förmågor jämfört med teoretiska?
4. Vilka fem aspekter tycker du är viktigast att titta på då man bedömer praktiska förmågor (t ex säkerhetsanalys, metodval, kontinuerlig reflektion och flexibilitet)?
5. Vilka grundförutsättningar tycker du ska vara uppfyllda för att en elev ska kunna klara av att planera, genomföra och tolka en egen, öppen laboration?

- | |
|---|
| 6. Är det några kunskapsområden inom kemiämnet som eleverna brukar ha svårare att ta till sig? Vad tror du kan orsaka dessa svårigheter eller missförstånd? |
| 7. Vilka laborationer skulle du vilja göra med dina elever – men saknar möjligheter till (t ex på grund av avsaknad av kemikalier eller utrustning)? |
| 8. Vad skulle du vilja ha för stöd för att utveckla öppna laborationer med ett formativt arbetssätt? |
| 9. Hur arbetar du med feedback och chans för eleverna att göra om uppgifter efter feedback? |

Ett naturvetenskapligt arbetssätt?

Som tidigare angivits så ska eleven i NV-ämnena utveckla sin förmåga att granska information, kommunicera och ta ställning i frågor med naturvetenskapligt innehåll, rörande t ex miljö, hälsa och energi. Eleven ska kunna använda olika källor för att söka information och reflektera över giltighet och trovärdighet. Eleven behöver då möta frågor och uppgifter där det finns för- och nackdelar och inte bara ett givet, "rätt" svar. De behöver få motivera varför de valt dessa källor och om informationen är relevant och på rätt svårighetsnivå. Dessa frågor är dock ofta komplexa - så lärarens uppgift är att reducera komplexiteten, t ex genom att sätta ramar anpassade efter elevernas förmågor och kunskaper, samt använda sig av bekanta eller verklighetsnära utgångspunkter (Jönsson et al. 2013). För att kunna bedöma denna förmåga bör man först definiera vad som innefattas i denna. Det kan vara svårt att urskilja förmågan att söka information från förmågan att kommunicera denna. Förmågan att diskutera bygger till stor del på hur väl eleven sökt information. För att hjälpa eleven att ta ställning i olika NV-frågor så kan frågor ställas så som; vad tycker du i denna fråga, varför tycker du så, finns det argument för och emot, finns det några naturvetenskapliga argument, och varför tror du människor tycker olika i denna fråga? Eleverna bör även få reflektera över konsekvenser av ett specifikt ställningstagande. Eleverna ska bli medvetna om att det är skillnad mellan argument baserade på känslor och övertygelser och dem som är baserade på fakta. Detta innebär dock inte att faktabaserade argument alltid är de bästa – men elever behöver kunskaper för att överhuvudtaget kunna diskutera. Frågor som kan vägleda eleverna är t ex; hur kan du presentera din åsikt så att andra förstår, hur kan du bemöta andras åsikter, vilka frågor kan du ställa för att få veta mer om det ni diskuterar? Progressionen i lärandet innefattar både hur eleven för fram och bemöter frågor, samt i vilken utsträckning de fördjupar och breddar diskussionen. Matriser som vägleder kan laddas ner från Skolverkets hemsida. Oavsett om kommunikationen sker muntligt eller skriftligt så måste eleverna anpassa den naturvetenskapliga informationen till sammanhanget, syftet och målgruppen. De måste även ges möjlighet att uttrycka detta i olika redovisningsformer, så som bildspel, hemsidor, filmer etc. En fråga som kan upprepas är; finns det andra sätt att presentera denna information.

Öppna laborationer = stimulerat lärande?

Isabella Giraoult et al. (2012), tar upp och studerar det faktum att många elever inte förstår experiment under lektioner eller hela kurser, vilket upprepas i flera studier (Lundahl 2010, Jönsson 2010). Detta gäller så kallade "receptlaborationer" där eleverna följer färdiga instruktioner och får ett väntat svar som inte kräver någon djupare analys. Resultaten från hennes undersökning visar att elever sällan blir ombudade att

göra en fullständig analys från planeringsstadium till slut. Detta ger en mycket negativ bild av de NV-ämnena som inte relaterar till naturvetenskapens plats och betydelse i elevernas vardag eller vårt samhälle. Vissa forskare hävdar att ett helt problembaserat lärande där eleven själv får planera, genomföra och analysera på egen hand skulle kunna överkomma detta problem. Men detta kräver att det måste finnas en väl genomtänkt plan som skriftligt förevisar eleverna hur experimentell design går till. För att sammanfatta är bedömningsaspekterna för systematiska undersökningar; formulera frågeställningar, formulera hypoteser/syfte, planera en undersökning, genomföra en undersökning, samla in data, dokumentera, utvärdera undersökningen, diskutera och allmänt observera, namnge och sortera.

Elever kan ibland ha svårt att se kemin i naturen, i vår kropp och i vardagen runt om oss. Det finns därför ett behov att sätta in kemin i ett sammanhang och anknyta till elevernas erfarenheter och intressen. Ett sätt göra detta är att använda sig av öppna laborationer som till mer eller mindre stor omfattning kan utgå från elevernas egna frågeställningar. Det är dock viktigt att läraren skapar en tydlig struktur för arbetet, visar elevexempel på olika betygsnivåer, samt ger kontinuerlig feedback, även om eleverna själva ska få ta initiativ. Om arbetssättet är helt nytt, kan man inleda med halvöppna uppgifter – där t ex metoden är styrd men resultatet kan variera, alternativt att resultatet är givet men eleverna ska hitta vägen dit genom egen planering (exempel på dessa typer av laborationer återfinns i slutet av detta kompendium). Öppna laborationer där eleven själv planerar hela eller delar av laborationen kan vara ett sätt att öka intresset och förståelsen för kemi. Dessa öppna uppgifter kan skapas utifrån elevernas egna frågor eller från en av läraren föreslagen utgångspunkt. Utgå gärna från aktuella händelser (t ex larmrapporter eller medicinska tillbud), Youtube-klipp på spännande laborationer, TV-serier (Bones, CSI, Mythbusters etc). Visa eleverna att naturvetenskap KAN diskuteras genom att arbeta med öppna frågor och öppna laborationer. Det är tillåtet att pröva sig fram, att testa och utgå som lärare ifrån att eleverna kan använda sig av sin upptäckarglädje för att få ett ökat intresse och lärande. Ett sätt att stimulera detta är att ge eleverna chans att ställa så många frågor som möjligt i undervisningssituationen.

Anders Jönsson och kollegor (2013) beskriver att det viktiga är att eleverna faktiskt själva genomför undersökningar som till största delen är öppna till sin karaktär. En faktor i elevernas progression är att själva kunna reflektera över om frågeställningen och undersökningen är möjliga att besvara och genomföra. Sedan kan eleverna tillsammans besluta om frågorna går att undersöka. Eleverna kan sedan försöka formulera en hypotes (om sådan är möjligt) från de kunskaper de har. Även yngre barn kan sedan planera sitt försök – t ex vilka material och utrustning ska användas och i vilken ordning försöken ska ske. "Observera, namnge och sortera" står med i kunskapskraven för åk 3 (www.skolverket.se). Progressionen går sedan genom de högre årskurserna mot att kunna observera mindre tydliga och uppenbara egenskaper, så som mönster och strukturer. En annan viktig aspekt är att kunna identifiera relevanta skillnader och likheter. Ett tema som kan utvecklas till att bli mer avancerad i högre åldrar är t ex att observera olikheter/likheter hos metaller (från åk 3). Yngre elever kan även tänka på hur många gånger försöket ska upprepas för att resultaten ska bli säkrare. Även riskbedömningar kan göras tillsammans med läraren. Progressionen vad gäller planering gäller i vilken omfattning eleven kan planera självständigt. Genomförandet innefattar att man innan försöket sätter sig in i vad försöket går ut på, vad de olika stegen har för betydelse och vilka moment som är kritiska, samt att använda utrustningen ändamålsenligt. Eleven väntas också kunna föra anteckningar. Progressionen handlar i detta fall om huruvida anteckningarna går mot att bli mer systematiska och genomtänkta. För att förbereda eleverna kan man redan i tidiga år använda riktiga instrument och utrustning för att göra eleverna mer bekanta med dessa och lära sig deras korrekta namn. I tidigare år kan bedömningen omfatta huruvida barnen kan följa instruktioner, göra enkla planeringar och om de kan använda utrustningen (Jönsson et al 2013, Nilsson 2010).

Då det kan vara svårt att studera hela klassen då alla laborerar kan man fokusera på en elev eller en grupp i taget (Jönsson et al. 2013, Nilsson 2011). Man kan låta eleverna själva dokumentera sina försök genom att filma, för att senare kunna bedöma och ge återkoppling. Sammanfattningsvis kan man konstatera att progressionen i att utföra systematiska undersökningar ligger i hur självständigt eleven kan genomföra undersökningen, hur säkert och ändamålsenligt utrustningen används, samt i hur väl eleven dokumenterar sin undersökning. Nästa steg att tolka sina resultat och jämföra dessa med hypotesen. ***Går inte resultaten att tolka mot hypotesen – kan den alltid tolkas mot naturvetenskapliga teorier. Man kan poängtera att resultat dock sällan är otvetydiga.*** Ibland kan det bero på hur noga eleverna designat sin undersökning. Det kan skapa en diskussion om eventuellt avvikande resultat och möjliga felkällor. Uppmuntra eleverna att försöka finna mönster i sina data, samt fundera över om det finns flera sätt att tolka resultaten. Progressionen ligger i förmågan att självständigt kunna tolka resultaten mot hypotes och naturvetenskapliga teorier. Även dokumentationen ska sträva mot att bli mer självständig och vetenskaplig, så att eleverna går mot att använda ett mer naturvetenskapligt språk och fler modeller, samt att anpassa sig efter målgruppen.

Nästa steg i systematiska undersökningar är att utvärdera undersökningen och identifiera tänkbara felkällor, samt förslå möjliga förbättringar. Detta kan vara att göra undersökningen mer noggrant, att använda säkrare mätinstrument och undersöka en variabel i taget. Redan innan kan man förbereda eleverna genom att öva att diskutera huruvida resultat är rimliga (utgå t ex från en laboration från Youtube). De kan även utvärdera varandras undersökningar efter att de t ex presenterat/demonstrerat undersökningar muntligt för varandra (Jönsson et al. 2013).

DEL II - Formativ NV-undervisning

Hur kan man arbeta formativt med NV-ämnena?

Bedömning ska generera nyanserad information om elevers prestationer i förhållande till på förhand givna mål och kriterier. Den stora skillnaden mellan formativa och summativa bedömningar är hur bedömningen används – inte i hur den samlas in. Bedömningar kan först betraktas som formativa då de används av läraren, eleven eller klassen använder dessa för att öka lärandet. Varje gång informationen av feedback används så ökar även förståelsen av målen. Detta kräver att uppgifterna i undervisningen utformas och konstrueras utifrån kursplanerna (Jönsson 2010, Lindahl 2010, Jönsson et al 2013).

Läraren måste ha en klar bild av undervisningens mål. Att **på förhand klargöra krav och förväntningar** för eleverna är inte så lätt som det låter. Man ska förmedla något på ett språk som eleverna inte ännu har. För grundskolan är syftestexterna i biologi, kemi och fysik likartade och definierar vad eleverna ska utveckla enligt; granska information, kommunicera och ta ställning, genomföra systematiska undersökningar och använda naturvetenskapliga begrepp, modeller och teorier. Men naturligtvis kan man inte utveckla förmågor utan ett ämnesinnehåll vilket tydliggörs i det "centrala innehållet". I årskurs 1-3 är ämnena inte separerade – utan kan sammanfogas i "NO-ämnena", medan i åk 4-6 är respektive NV-ämne separat definierat. Kunskapskraven är formulerade i termer av handlingar och inte baserat på fakta – då dessa ska värderas ifall eleven kan använda sina kunskaper. Detta innebär dock inte att fakta- eller begreppskunskaper är oviktiga – men däremot räcker det inte att memorera faktakunskaper. För att förtydliga detta för eleverna räcker det inte att läsa upp målen i början av ett kunskapsavsnitt, då orden i kursplanerna till en början saknar betydelse för eleverna (Jönsson et al 2013). Att tydliggöra förväntningarna för eleverna är alltså något som tar och måste få ta tid. Bedömningsmatriser är ett sätt att tydliggöra förväntningar och detta verktyg kan användas för att bedöma kvalitativ kunskap och inte bara om ett svar är rätt eller fel. På Skolverkets hemsida finns ett diagnostiskt bedömningsmaterial för de naturvetenskapliga ämnena i grundskolan som kallas DiNO. I en matris visas där inte bara elevens prestationer utan det ges även vägledning för progressionen i lärandet. Matriser kan dock inte stå på egna ben och man kan inte dela ut dessa till eleverna och förvänta att de kan använda dessa. De måste kombineras med kommunikation, diskussioner och konkreta exempel. Man har sett att lärare som bedömer efter en matris ofta är mer konsekventa och bedömer mer likvärdigt. De kan även bidra till att olika lärare bedömer mer likartat. Lärare tar annars ofta med faktorer i bedömningen som inte ska vara med, så som motivation. Att formulera matriser kan ta tid – men studier har visat att denna tid återfås vid bedömningstillfället.

Eleven ska använda naturvetenskapliga begrepp för att beskriva och förklara naturvetenskapliga samband (www.skolverket.se, Jönsson et al. 2013) innan, under och efter den övningen eller den öppna laborationen. Till exempel ska eleverna kunna berätta om naturvetenskapliga upptäckter och deras betydelse för människan, i relation till det experiment eller tema som laborationen berör. Eleven ska kunna förklara varför ett fenomen fungerar och ser ut som det gör, samt orsak och verkan. Men det är viktigt att komma ihåg att många fenomen i naturen inte kan förklaras – bara beskrivas (speciellt i yngre åldrar). Förmågan att beskriva, förklara och berätta är starkt kopplat till ämnesinnehåll – så denna förmåga är tydligast i åk 6 och är mer fokuserad på om eleverna *kan använda* sina kunskaper (Jönsson et al. 2013). Detta kan vara att; "ge exempel på och beskriva", att "relatera till", att "göra kopplingar och studera anpassningar". Till skillnad från andra förmågor så krävs det med denna förmåga olika typer av prestationer för respektive betygsnivå. Hos de andra tidigare beskrivna förmågorna är skillnaden mellan de olika betygstegen endast en form av avancering och komplexitet – men här krävs snarare olika typer av uppgifter på varje nivå, vilket gör det svårare att konstruera en övergripande bedömningsmatris. Det är därför inte möjligt att presentera

progressionen från åk 3 till åk 6, (i detta fall) i alla fall inte en som är generell för alla NV-ämnen. Progressionen kan dock sammanfattas att gälla hur fullständig förklaringen är, om eleven kan använda korrekta och relevanta kunskaper inom naturvetenskapen för att kunna beskriva och förklara. Det handlar alltså om att kunna använda begrepp för att kunna förklara och beskriva samband. För yngre elever kan det handla om att relatera till fenomen och samband.

Bedöma förmågor i NV-ämnen?

Det kan vara svårt att bedöma förmågor och det kan finnas skillnader mellan lärare i vad som t ex definierar ett "bra" resonemang. **Kunskapen hos eleverna kan även vara kontext- eller situationsberoende**, t ex kan det vara svårare att redovisa inför hela klassen än inför en liten grupp. Några principer för bedömning är;

- a) **överensstämmelse mellan mål/kunskapskrav och bedömning**
- b) **formulera bedömningskriterier och anvisningar**: (tydliggör vad som krävs för att t ex kunna genomföra en undersökning, vad menas med "enkla undersökningar"?)
- c) **dokumentera elevernas prestationer**: (så att läraren inte går på intuition utan tydligt kopplar bedömning till förmågor och prestationer). Bedömningsmatriser kan underlätta dokumentation och förhindra att fel saker bedöms. Tänk på att föredrag, laborationer, etc, kan filmas för att senare kunna återkoppla till eleven. Ett tips kan annars vara att ha ett "observationsprotokoll som fylls i medan eleven agerar
- d) **använd olika bedömningsformer**

Olika elever behöver olika former av återkoppling. Det är därför **svårt att klargöra vilken typ av återkoppling som är mest effektiv för elevernas lärande**. Det är dock oftast mest gynnsamt att använda skriftlig återkoppling, jämfört med muntligt. Återkopplingen ska oavsett vara uppgiftsrelaterad, nyanserad, framåtsyftande och dialogisk. Om återkopplingen är kopplad till uppgiften finns det möjlighet för eleven att förbättra sina prestationer, t ex genom att revidera en laborationsrapport. Man bör helt undvika att använda sig av personrelaterad återkoppling, som "begåvad" eller "omotiverad". Återkopplingen ska ge information om elevens styrkor och utvecklingsbehov. Men detta räcker inte – återkopplingen ska även ge en strategi för hur eleven ska utvecklas och öka lärandet. Denna återkoppling kan t ex vara i form av frågor som "tvingar" eleven att tänka till själv. Eleverna behöver också ges tillfälle att använda återkopplingen. Ett sätt att göra återkopplingen mer dialogisk är att bjuda in eleven att medverka i bedömningsprocessen (Jönsson 2012, 2013, Lundahl 2013).

Hur bedöms praktisk förmåga?

Kemi och andra naturvetenskapliga ämnen är till stor del **praktiska ämnen**, där laborationer och försök används för att testa "gamla" teorier så väl som att komma fram till nya. Det är tydligt i respektive NV-ämnes ämnesplaner att de praktiska, laborativa förmågorna ska bedömas – men dessa får ofta stå i bakgrunden till förmån för den skriftliga "laborationsrapporten". **Bedömning av praktisk förmåga kan rimligen endast ske när eleven genomför laborationen**. En laborationsrapport som skrivs i efterhand behöver inte betyda att eleven förstod och reflekterade över vad som skedde under pågående laboration. Det är viktigt att som lärare reflektera över vad som definierar kunskap och förmågor inom ämnet. Det kan förekomma att en elev har ett väl genomtänkt och reflekterande arbetssätt under laborationen – men som inte skriftligt kan beskriva detta. Om endast laborationsrapporten bedöms så kan läraren missa kunskap

som eleven egentligen har uppvisat praktiskt.

Det är också viktigt att fundera över respektive laborations betydelse. En **"receptlaboration"**, där metod, kemikalier och resultat är tydligt definierade, kan ha en funktion för att låta eleverna att öva laborationsteknik, hitta på laboratoriet, tydliggöra ett begrepp eller för att öva säkerhetstekniker. Men det är bra att ha i åtanke att dessa typer av laborationer ofta inte ger eleverna chans att nå de högre betygsnivåerna och förståelse. I den internationella undersökningen "Relevance of Science Education" (ROSE) har elevers intresse för de naturvetenskapliga ämnena utvärderats. Undersökningen visar att intresset för NV-ämnena har sjunkit i hela Europa. Anders Jidesjö (2012) har (som tidigare nämnts) i sin avhandling tolkat dessa resultat och har bland annat hittat förklaringen i överanvändningen av receptlaborationer. Elever som endast möter dessa typer av laborationer kan ofta inte tolka laborationen om den presenteras i ett annat sammanhang, t ex ett prov. Att varva receptlaborationer med öppna laborationer bör därför vara målet för att öka lärandet och förståelsen hos eleverna (Jönsson, 2012).

Nedan ser ni några aspekter som kan ligga till grund för bedömning av en öppen, elevplanerad laboration:



Bedömningsverktyg för praktiskt arbete

En matris kan användas för att förtydliga för eleverna vad som kommer att ligga till grund för bedömning av deras kunskaper och förmågor. Nedan finner ni en matris för bedömning av praktiska förmågor/kunskaper baserat på Skolverkets kriterier för kursen **Kemi 1** på gymnasiet. Motsvarande matriser för grundskolan finns att hitta på Skolverkets hemsida (under fliken bedömning) och i DiNO-materialet. Det är viktigt att komma ihåg att det inte är en ökning av kvantitet till höger i matrisen – utan endast en förbättring av kvalitet.

	E	C	A
Begreppsförståelse kopplat till den teori som försöket	Eleven redogör översiktligt för innebörden av begrepp, modeller, teorier och	Eleven redogör utförligt för innebörden av begrepp, modeller, teorier och	Eleven redogör utförligt och nyanserat för innebörden av begrepp, modeller, teorier och

baseras på	arbetsmetoder från vart och ett av kursens olika områden. Eleven använder dessa med viss säkerhet för att söka svar på frågor samt för att beskriva och exemplifiera kemiska förlopp och företeelser.	arbetsmetoder från vart och ett av kursens olika områden. Eleven använder dessa med viss säkerhet för att söka svar på frågor samt för att beskriva och exemplifiera kemiska förlopp och företeelser.	arbetsmetoder från vart och ett av kursens olika områden. Eleven använder dessa med säkerhet för att söka svar på frågor samt för att beskriva och generalisera kring kemiska förlopp och företeelser.
Planering med frågeställning (med fokus på genomförbarhet och kontinuerligt resonemang)	Har viss planering där metoderna är relevanta för uppgiften och viss hänsyn tas till tids- och säkerhetsaspekt.	Planerar noggrant och motiverar väl varför experimenten utförs i en viss ordning. Planerar för eventuella misstag/olyckor och har alternativa planer ifall ämnena ej identifieras eller kan kvantifieras enligt ursprungsplanen.	Uppfyller tidigare kriterier, samt tar hänsyn till tid och säkerhet och fördelar uppgifterna mellan gruppens medlemmar på ett övervägt sätt.
Val av metod (med hänsyn till yttre förhållanden)	Metoderna är till största del relevanta. Vissa ledtrådar och stöd från läraren krävs - men dessa kombineras med egna initiativ. Kan motivera i kortform motivera varför en viss metod använts.	Klarar att välja relevant metod utan (eller med begränsad mängd) ledtrådar och stöd. Kan motivera sitt val av metod och kan till viss del ge alternativa metodförslag.	Väljer självständigt metod - eller behöver endast några få ledtrådar - och reflekterar/analyserar över dessa på ett korrekt sätt. Kan ompröva sina val under undersökningens gång och kan värdera vikten av olika undersökningar, dvs gör endast relevanta försök.
Dokumentation	Har anteckningar som tydligt visar en struktur där varje försök är tydligt separerat och motiverat med en förklarande text. Tydliggör sina resultat och observationer. Har viss analys.	Tydligt strukturerad text där varje försök tydligt kan urskiljas. Varje försök har motiverats och följs av en genomtänkt analys. Tydliggör sina resultat på ett genomtänkt sätt, samt analyserar dessa kortfattat. Tar hänsyn till felkällor och oväntade resultat	En mycket strukturerad och väl genomtänkt text där varje försök kan urskiljas. Varje del har en mycket tydlig metodbeskrivning, där valet av metod motiveras. Resultaten presenteras tydligt och kan förklaras vid behov. Hänsyn tas till felkällor och säkerhetsaspekten och reflektioner/analys under laborationen är noggrant dokumenterat
Laborationsteknik med fokus på säkerhet	Visar kunskap om utrustning, metoder och hantering av kemikalier.	Har stor säkerhet i hantering av kemikalier och utrustning. Kan hantera oförutsedda situationer och resultat.	Har mycket stor säkerhet i hantering av kemikalier och utrustning. Kan hantera oförutsedda situationer och resultat och kan handleda andra kurskamrater vid behov.
Tolkning och	Har en viss analys över	Uppvisar en korrekt	En korrekt analys över

analys	resultaten och har en reflektion över varför viss metod valdes	analys över resultaten, deras trovärdighet och val av metod. Vissa referenser till boken eller andra källor finns.	resultaten, deras trovärdighet och val av metod finns. Analysen hänvisar till referenser i boken - och eller andra teorier/fakta. Alternativa metoder (även sådana som inte utfördes) föreslås och förslag görs för framtida försök.
---------------	--	--	--

Checklista för praktiskt arbete

Med hjälp av checklistan nedan kan elever utvärdera sitt praktiska arbete genom att ta ställning till olika påståenden. Denna lista är inte kopplad till betyg utan hjälper eleven att ringa in vad som kan utvecklas och vilka starka sidor hon/han redan besitter. Om eleven svarar "nej" på ett påstående så ska de besvara en följdfråga om huruvida hon/han vet hur denna information ska återfinnas. Detta betonar elevens eget ansvar för att finna kunskap – men fungerar också som feedback till läraren på undervisningen.

Påstående:	Ja/nej:	Om "nej" – jag vet hur jag ska ta reda på det
Jag har en frågeställning som är möjlig att besvara med den utrustning och de kemikalier som finns på skolan		
Jag har hittat den bakgrundsteori och kunskap som behövs för att förstå och planera laborationen		
Jag har källkritiskt granskat de referenser jag använder mig av (webbsidor, litteratur, artiklar)		
Jag vet vilken utrustning som ska användas är säker på hur den fungerar		
Jag har kontrollerat de kemikalier och det biologiska material jag ska använda mig av och kan hantera de med avseende på deras egenskaper (giftighet, flyktighet, pris, tillgänglighet)		
Jag har gjort ett flödesschema för alla steg – och denna har godkänts av min lärare		
Jag har tagit hänsyn till säkerheten (t ex kontrollerat säkerhetsdatablad, använder korrekt skyddsutrustning, etc)		
Jag har tagit hänsyn till alla gruppledmedlemmar så att alla är med och förstår varje moment av laborationen		
Jag har en reservplan om den första inte fungerar		

Jag har tillsammans med gruppen en plan för hur resultaten ska dokumenteras (fota med mobilen, ta tid som anges i tabell, etc)		
Jag vet hur avfallet säkert/korrekt ska tas om hand		
Jag har funderat hur planeringen, metoden, resultatet och analysen ska presenteras för lärare/klasskompisar		

Hur kan exempel på praktisk förmåga ges?

Elever behöver få en förståelse över vad som förväntas av dem och vad de olika kunskapskraven innebär. Detta blir extra viktigt om eleverna är studiesvaga eller inte ännu utvecklat en fungerande studieteknik. Som lärare kan man arbeta dels med elevexempel från tidigare kurser, eller andra klasser, för att visa hur svar på olika nivåer kan se ut. Exempelen visar dessutom att arbeten på samma betygsnivå (t ex ett C) kan se väldigt olika ut. Om man som lärare inte har givna elevexempel så kan man (som tidigare nämnts) göra egna typexempel/standards och diskutera dessa med eleverna. Man kan också rätta en text framför klassen – så att de i realtid kan fråga hur läraren tänker och när något är otydligt. Detta kan även göras med praktiska, laborativa uppgifter, där läraren genom demonstrationer uppvisar olika sätt att arbeta experimentellt, så väl som på muntliga prestationer, där man t ex kan använda olika tal/föreläsningar på "Youtube" eller liknande som exempel.

För att ge stöd vid ett formativt arbetssätt så bör information om mål, syfte och bedömning varvas med exempel på hur arbetsuppgifter kan göras på olika betygsnivåer och med olika kvalitet. Men det är inte självklart hur man kan ge tydlig och användbara exempel på praktiskt arbete av hög kvalitet. Nedan sammanfattas några metoder för att visa praktiska exempel:

Demonstrationslaborationer - gör eller filma en laboration som du som lärare genomför och diskutera med eleverna

Utforma en planering med testförsök och säkerhetsanalys **framför eleverna** och förklara de olika stegen du väljer

Låt äldre elever genomföra laborationer framför yngre (som du dom lärare sedan kan ge feedback på)

Youtube innehåller ett "oändligt" antal filmer som visar både väl genomförda och mindre väl genomtänkta laborationer

Låt eleverna testa olika laborativa metoder att visa varandra och sedan diskutera för- och nackdelar tillsammans genom kamratbedömning

Bedömningsstöd = "Vad jag kommer att titta på och bedöma vid din laboration"

Verktyget nedan kan delas ut till eleverna i början av en kurs eller kursmoment. Verktöget kan kombineras med t ex en matris (se exempel på en matris för praktiskt arbete under rubriken ovan) för att göra det tydligt för eleven vad som kommer att bedömas, samt vad som är viktigt för att planera, genomföra och tolka en egen laboration. Under laborationen ger läraren feedback genom att fylla i detta formulär – och tid avsetts sedan för att eleven ska kunna revidera sitt arbete. Det viktigaste att lyfta fram är att denna, och liknande verktyg, får in bedömning, syfte och mål redan vid starten på kursmomentet och hjälper eleverna att planera och styra sitt lärande.

Instruktioner till eleverna:

"Jag kommer att titta på de olika aspekterna som du ser nedan när du planerar din laboration, när du laborerar och när du reflekterar över dina resultat och observationer. Varje punkt kan ge ett omdöme från 1-10 där 1 betyder att du uppfyller baskraven på denna förmåga och 10 att du har uppfyllt alla krav och utvecklat ditt tänkande och reflektionen rörande förmågan. Vid varje punkt kan du även se vilka tips jag ger dig för att utveckla din förmåga att utföra praktiskt arbete."

Olika aspekter av laborationen:	Omdöme (1 -10):	Tips:
Planering av tid (t ex genom att använda ett flödesschema)		
Planering av säkerhet (under alla steg i laborationen)		
Säkerhetstänkande under laborationen (t ex användning av rätt skyddsutrustning, dragskåp, etc)		
Säkerhetstänkande efter avslutad laboration (t ex avfallshantering och vid diskning)		
Val av utrustning och kemikalier (t ex använda rätt typ av utrustning för mätning av vikt/volym)		
Hantering av utrustning		
Hantering av kemikalier		

Samarbete i gruppen (alla i gruppen ska vara delaktiga och kunna förklara alla delar av laborationen)		
Förmåga att tänka om och revidera ursprungsplanen vid behov		
Förmåga att kommunicera vad som sker under pågående laboration (om lärare eller klasskamrat frågar något)		
Dokumentation av tillvägagångssätt, resultat och eventuella ändringar av ursprungsplanen		
Reflektion över vad som var svårast/lättast under laborationen och över hur denna skulle kunna utvecklas för att generera säkrare svar		

Kamratbedömning

Huvudsyftet med kamratbedömning är att eleverna ska lära sig bedöma vad de gjort i förhållande till mål och kriterier. Detta arbetssätt visar även, på ett naturligt sätt, på hur elever på olika sätt kan lösa samma uppgift (en A-uppgift kan se väldigt olika ut – men ändå uppnå samma betygsnivå). Genom att använda kamratbedömning kan man *delvis* ersätta lärarens återkoppling och minska arbetsbördan för denna. Elever kan även ibland föredra kamraters återkoppling då de talar "samma språk". Eleverna kan genom denna metod även ges chans att revidera sin uppgift, innan denna lämnas in till läraren. **Kamratbedömning kan vara ett steg mot att kunna göra självvärderingar.** Eleven kan initialt öva bedömning genom en "sorteringsövning" då de jämför olika exempelsvar mot kunskapskrav och mål, fördelar dessa elevsvar mot det betyg de tycker att de uppnår. Dessa reflektioner kan sedan lyftas för att sedan diskuteras i helklass. Om man slår ihop flera elevers kamratbedömningar så liknar dessa ofta bedömning som läraren gjort (Jönsson 2013). Kamratbedömning kan ge en **diskussion uppstå rörande olika kvaliteter och förmågor.** Detta kan underlätta för eleven att så småningom styra sitt eget lärande och ge ett progressionstänkande och helhetsperspektiv på undervisningen.

Stöd för kamratbedömning av en öppen laboration

Detta är ett exempel på hur ett handledningsmaterial för kamratbedömning av en öppen laboration kan se ut. I andra kapitel i detta häfte diskuteras konstruktion av öppna laborationer, samt vad man som lärare bör tänka på. Titta gärna även på de sidorna för att få en helhetsbild av "öppna laborationer".

För att fördjupa sitt lärande och sin förmåga att förstå och utveckla ett naturvetenskapligt tänkande är det viktigt att inse och tänka på att **öppna laborationer ofta kan planeras och utföras på olika sätt.** Ett sätt att

nå dit kan vara att arbeta med kamratbedömning. För att kamratbedömning ska ha störst effekt kan eleverna med fördel gärna diskutera och "öva" kamratbedömning innan det genomförs "på riktigt", vilket tidigare nämnts (t ex av neutrala texter skrivna av äldre elever eller läraren).

Instruktioner till eleverna:

"Fyll i formuläret nedan efter att ni har tittat på en elevgrupps genomförande av en laboration. Formulera vid varje punkt **två saker** ni tyckte var bra och **en sak** som du kan tipsa gruppen om att utveckla till nästa laboration. Sammanfatta slutligen de viktigaste tre sakerna ni lärde er av att se demonstrationen. Glöm inte att i översta rutan skriva ditt och gruppens namn!"

Information:	
Mitt namn	
Gruppens namn (eller deltagande klasskamraters namn)	

	Detta var bra:	Detta var också bra:	Detta kan ni utveckla till nästa gång:
Förklaring av bakgrunden till laborationen			
Förklaring av syfte, hypotes eller frågeställning			
Användandet av korrekta naturvetenskapliga begrepp i rätt situation			
Förklaring av metod			
Risikanalys			
Tydligheten vid genomförandet av laborationen			
Fördelning av arbetsuppgifter i gruppen			
Uppvisandet av resultatet			

Tolkning av resultaten			
Förklaring av eventuella felkällor eller ändrad metod under pågående laboration			
Förslag på uppföljande laborationer eller eventuella utvecklingsmöjligheter			

(Fortsatta instruktioner till eleverna) "I nästa ruta sammanfattar du **de viktigaste tre sakerna ni lärde er av att se laborationen och lyssna på era klasskamraters genomgångar**. Tänk på att vara tydlig då era anteckningar i denna ruta hjälper läraren att anpassa undervisningen, stöttar era klasskompisars utveckling, samt kan fungera som grund för framtida kunskapstest (t ex läxförhör eller prov). Lämna in detta formulär till er lärare så kopierar hon/han det och ger det vidare till gruppens medlemmar".

Jag tar med mig följande kunskaper från denna demonstrationslaboration:

Självvärdering och reflektion över lärande

Återkoppling ger ett ökat lärande – men detta innebär inte automatiskt att eleven lär sig att se kvaliteter i sina egna prestationer, utan kan bli "beroende" av lärarens feedback. För att den positiva effekten av återkopplingen ska bli bestående **måste eleven alltså lära sig att bedöma sig själva**. Eleven bör istället fokusera på hur hen kan bli bättre att ta **ansvar för sitt eget lärande och identifiera sina styrkor och utvecklingsbehov**. Eleverna kan initialt "öva" bedömning genom kamratbedömning, eller genom att bedöma något färdigt svar (skrivet av läraren/lärargruppen). Ett annat sätt att arbeta med självvärdering är att låta eleverna jämföra sina egna svar med så kallade "modellsvar" (exempel på olika lösningar av det aktuella problemet) och identifiera likheter och olikheter. Dessa modellsvar kan kopplas till nivåerna i en bedömningsmatris. "Scripts" är ett annat verktyg som består av en samling frågor som kan hjälpa eleverna att strukturera och genomföra komplexa uppgifter. Nedan ser ni hur en självvärdering, t ex efter ett verklighetsnära och öppet kemiprojekt, kan se ut. Eleverna kan reflektera och besvara dessa påståenden individuellt eller i grupp.

Tankefrågor:	Egen reflektion:
Vad lyckades du bäst med under projektet? (tänk t ex på metod, tema, dokumentation, etc)	

Hur fungerade det att arbeta med ordlista?	
Hur fungerade det att arbeta med loggbok?	
Vad var lättast/svårast under planeringen? Motivera ditt svar (varför)	
Vad var lättast/svårast vid genomförandet av laborationen? Motivera ditt svar (varför)	
I vilka sammanhang tror du att det är viktigt att kunna de begrepp och metoder du använde under projektet?	
Vad tar du med dig till nästa projekt? (nya frågor och tankar eller en studieteknik som fungerade bra)	
Vad skulle du vilja ha hjälp av läraren att utveckla?	

Stöd för självvärdering: "Min laboration"

Nedan finner ni "tankefrågor" som eleven kan reflektera över (före, under och efter) gällande den egna, öppna laborationen. Detta verktyg ger stöd för att kunna reflektera över en öppen laborations olika steg (flödesschema), vilka steg som är kritiska, samt hur målet kan uppnås (som eventuellt kan vara att planera en kompletterande, mer utvecklad laboration).

Frågor:	Mina tankar och svar:
Varför har jag valt att göra den här laborationen?	
Vad behöver jag kunna för begrepp för att planera och genomföra laborationen?	
Vad behöver jag för utrustning för att genomföra laborationen?	
Hur kan jag lära mig hur utrustningen fungerar?	
Vad behöver jag använda för kemikalier under laborationen?	
Vilka säkerhetsaspekter måste jag tänka på för att säkert kunna använda dessa kemikalier och utrustning?	
Vad förväntar jag mig för resultat?	

Varför förväntar jag mig detta resultat?	
Vilket steg i laborationen tror jag är mest känsligt och hur kan jag genomföra detta steg på bästa sätt?	
Hur ska jag observera och dokumentera mina resultat?	
Vad kan jag behöva för källor för att tolka mina resultat (t ex läroboken, Internetsidor, artiklar, etc)	
Kan jag komma på uppföljande laborationer och utvecklingsmöjligheter som skulle vara intressanta att göra om det fanns tid och möjlighet?	

Sambedömning och utvärdering

När man har genomfört ett undervisningsmoment måste läraren stanna till och utvärdera vad som gått bra och vad som blev mindre bra. Ett sätt att utvärdera undervisningen är att utgå från elevresultat för att utveckla och förbättra undervisningen. Har eleverna lärt sig det de skulle lära sig? Varför presterar eleverna olika? Kan det vara så att språket är för svårt eller att uppgiften innehöll kulturspecifika detaljer som gjorde att eleverna hade olika förutsättningar att klara uppgiften. Finns det olikheter mellan flickor och pojkar? Att vissa elever missgynnas är emellertid svårt att komma ifrån. Det är därför viktigt att ge eleverna många olika sätt att visa sina kunskaper och förmågor på. Varje moment ska även följas upp med avseende på elevens prestationer. För att kommunicera med eleven och dennes föräldrar är det bra att skapa en "kompetensprofil", t ex en kunskapsstjärna där de olika förmågorna finns i stjärnans spetsar. Denna ger en snabb överblick av förmågorna och utvecklingsbehoven. Skriftliga omdömen som lärare ska ge varje termin är summativa – men IUP ska vara formativa till sin karaktär. Det hänger på hur kommentarerna skrivna i en IUP används för att förbättra det framtida lärandet (Jönsson 2012, 2013, Lundahl 2012).

För att ett förbättringsorienterat arbetssätt ska fungera så måste alltså återkopplingen gå åt båda hållen, från lärare till elev och från elev till lärare. Elevers utvärderingar och resultat ska fungera som feedback till läraren rörande vad som fungerat och därmed genererat lärande, och vad som kräver ytterligare utveckling. Genom sambedömning blir det lättare för lärare – både att konstruera relevanta och verklighetsnära öppna uppgifter, samt att diskutera hur man som lärare kan ge konstruktiv och framåtsträvande feedback till eleven. Nedan ser ni ett antal frågeställningar som kan fungera som underlag för reflektion vid ett kollegialt diskussionstillfälle.

Sambedömning och utvärdering

1. Motsvarade elevernas resultat de förväntningar ni hade?
2. Gav uppgiften eleverna möjlighet att uppnå de eftersträlvade målen?
3. Kunde alla nivåer i kunskapskraven uppnås genom uppgiften?
4. Kan ni plocka ut elevsvar som ni kan använda som referensunderlag vid bedömningsdiskussioner?
5. Fanns det missförstånd och "fel" som flera elever uppvisade?
6. Kan ni skapa ett gemensamt feedbackprotokoll?

(Detta motsvarar ett sammanfattande dokument vilket innehåller alla önskade/förväntade svar och viktiga

begrepp och förmågor vilket kan delas ut till eleverna för att underlätta återkopplingen så att läraren kan undvika en viss del av den individuella skriftliga feedbacken. Denna kompletteras självklart med individuell feedback i den mån det behövs)

7. Vilka moment verkade kritiska för lärande?

8. Fick eleverna oväntade (men kanske positiva) resultat som kan användas till framtida projekt? Med andra ord en möjlig ämnesutveckling även för läraren

Risker med att fokusera för mycket på bedömning

Det finns risker med att allt för mycket fokusera undervisningen på bedömning. T ex måste eleverna få möjlighet att utveckla förmågorna innan det är relevant att bedöma dessa. Man kan också fastna i detaljer och förlora helhetsperspektivet. Det är först när eleverna har kommit igång och har en "riktning" i sitt lärande som det är relevant att ge formativ bedömning som ett stöd för deras fortsatta lärande. Om man fokuserar på enskilda aspekter, så som hur väl eleven formulerar en hypotes, kan eleven gå miste om att få ett helhetsperspektiv på uppgiften. En annan risk är att man som lärare lämnar över tolkningen och användningen av återkopplingen till eleven. Även vuxna och erfarna studenter har svårt att själva reglera sitt lärande. Eleverna måste därför både få och få använda återkopplingen inom ramen för undervisningen. Man kan t ex ta upp vissa exempel på elevsvar, ge återkoppling och diskutera denna med hela klassen. Att eleverna ska få individuella omdömen och betyg innebär inte att bedömningen måste ske enskilt. Stimulera att eleverna gemensamt analyserar och tolkar återkoppling, t ex genom kamratbedömning. Kamratbedömning tvingar fram ett aktivt förhållningssätt till återkoppling (Jönsson et al. 2013).

Betyg = sämre resultat?

Frågan om det är negativt att ge betyg i samband med återkoppling är ett hett ämne och något som anses "förbjudet". Vissa studier visar dock på motsatsen – vilket skulle kunna indikera att den påverkan som ett betyg har på eleverna kan variera beroende på läraren, elevgruppen – eller framför allt vad betygen kommer att användas till (Jönsson 2013). Ett summativt betyg kan användas formativt om det vägleder och stöttar eleven framåt i läroprocessen. Egna resultat av studier (Nilsson och Lundgren, submitted) av effekten av feedback och betyg på elevernas följande prestationer visade att kombinationen av betyg och återkoppling faktiskt gav bäst effekt på resultaten i nästföljande prov. Främst syntes denna positiva effekt på språksvaga och studiesvaga elever.

Emma Smith och Stephen Gorard (2005) visade liknande resultat då de undersökte elever i engelska grundskolor med fokus på matematik och naturvetenskapliga ämnen. I elevenkäter fick de svar på att elever att de helst skulle vilja ha både betyg och återkoppling. Eleverna sa även att de inte förstod vilken kvalitativ nivå de hade uppnått om de inte fick betyg och endast mottagit återkoppling. I de fall där elever endast fick återkoppling försökte dessa lista ut betyget genom diskussioner med andra elever och lärare. Ett annat problem som lärarna lyfte fram var att de tyckte det var svårt att lyfta fram hur det gick i skolan utan att kunna referera till ett betyg. Föräldrarna tyckte dock själva att det var tydligare för dem då de läste omdömen och återkoppling, jämfört med betyg, vilket underlättade att ge barnen stöd hemifrån. Eleverna lyfte också fram att återkopplingen inte alltid är så lättläst eller att det är tydligt vad de ska göra med den. Detta kan sammanfattas i att vi lärare alltid måste sträva efter att skriva och utveckla sättet som vi skriver

återkoppling, samt lära oss genom elevernas resultat och progression hur mycket vi måste anpassa vår undervisning efter elevernas behov.

Bedömning inom praktiska, naturvetenskapliga verksamheter utanför skolans värld

Att bedöma praktiska aktiviteter är inte bara något som sker inom skolans väggar – utan dessa bedömningar är av stor vikt även i högre utbildningar, så som läkar- och sjuksköterskeutbildning eller då bilmekaniker ska utbildas. Forskning rörande detta är därför mer omfattande än för t ex skolkemi – då bedömning av de praktiska förmågorna länge har varit i skymundan. Nedan finner ni några exempel på hur bedömning inom olika yrkesutbildningar går till. Lärare kan hämta inspiration från dessa, samt kan få tips för att inte falla i samma fälla.

Vid studier av undervisning inom nödkirurgi i **Öst/central-Afrika (Dreyer et al 2013)** värderade man betydelsen av kontinuerlig feedback. Målet var att hjälpa studenterna till att strukturera sin läroprocess, samt att läraren måste kunna utvärdera kirurgelevernas kunskap och behov och korrelera sin återkoppling så att det leder till ett ökat lärande. De såg att detta kunskaps- och progressionsinriktade arbetssätt ledde till att de summativa betygen väl stämde överens med de formativa värderingstillfällena under kursens gång. Kamratbedömning bland läkarstuderande har använd i flera decennier men har aldrig riktigt utvärderats. I en annan studie tittade man på första-års-studenter som delades in i en testgrupp och en kontrollgrupp (**Eldredge et al. 2013**). Testgruppen, där studenterna fick en träning i kamratbedömning och därefter kontinuerligt använde sig av detta under kursen, lyckades i de slutgiltiga testen mycket bättre. Det värderades också reducera arbetsbördan på lärare och bibliotekarier som annars ensamma hade rollen som vägledare.

En annan studie av kamratbedömning hos läkarstudenter genomfördes på 267 studenter i **USA (Spandorfer et al, 2013)**. Studenterna bedömde en praktisk anatomisk uppgift på en skala från 1-5 kombinerat med feedbackkommentarer. De gjorde bedömningen via en internetbaserad plattform/formulär. Resultatet gav en signifikant förbättring av resultatet, främst hos de tidigare svagpresterande eleverna som i sin mottagna kamratbedömning fick lägre betyg. Kamratbedömningen fick eleverna att fundera på sina praktiska färdigheter, samt hur de skulle kunna förbättra dessa för en mer gynnsam arbetsmetod (arbete i grupp). Genom att studera kognitiv uppgiftsanalys utvärderas en prestationsbaserad bedömning (**Pugh och Darosa 2013**). Forskarna använde en "tänk-högt-övning" medan studenterna genomförde en praktisk övning (i detta fall en koloskopi). Verktöget underlättade lärandet och gav direkt och användbar feedback till eleverna medan de utförde de praktiska övningarna.

En app har utvecklats för att underlätta för lärare att bedöma praktiska förmågor (**Ferenchick et al. 2013**). Målet är att öka validiteten och reliabiliteten vid dessa typer av bedömningar. Appen testades på 266 medicinstudenter för att dokumentera lärarens observationer, samt ge feedback på dessa. Resultatet visade att appen underlättade avsevärt vid lärarens bedömning, samt att bedömning kunde ges snabbt och effektivt till eleverna. Det utvecklingsområde som kvarstår är att göra feedbacken tydligare och med tydligare progressionstänkande för att höja elevernas prestationer. Motsvarande appar inom skolan är under utveckling.

Ett annat exempel på hur en praktisk förmåga, i detta fall hur barnmorskor bedömer ultraljudsbilder, ses i en studie av **Chalouhi et al. 2013**. De såg att i de fallen där barnmorskorna fick direkt feedback på sin bildanalys förbättrades förmågan avsevärt till följande ultraljud. Metoden bedömdes av lärarna som skrev feedbacken som lättanvänd och effektiv. Liksom tidigare nämnts är bedömning under den pågående praktiska övningen av stor vikt.

Studenters uppfattning om användandet av loggböcker under sin utbildning testades av **Fatameh and Alavinia (2012)**. Undersökningen utfördes med 14 sjuksköterskor som arbetade på neonatal/barnavdelning. Studien visade att loggböckernas användande måste ha en tydlig struktur med klara instruktioner av läraren för att ha effekt. Studenterna måste, förutom att ha klart för sig syftet med loggboken, tränas i att endast inkludera det som är nödvändigt för att lättare kunna greppa sin progression och sitt lärande. Annars kan loggboken lätt bli en börda i studierna. **Evans et al. 2013**, visade i sin studie att det är viktigt att formativ bedömning ska vara en kontinuerlig del av undervisningen – och inte endast dyka upp i nära anslutning till ett summativt prov. De kallar detta arbetssätt en "spaced-education". En kontinuerlig återkoppling på en loggbok kan vara ett hjälpmedel för att uppnå detta.

Songer och Ruiz-Primo (2012), sammanfattar fem olika rapporter runt bedömning vid universitetsutbildningar inom de naturvetenskapliga ämnena. Författarna konstaterar att utan god bedömningskultur, väl genomtänkta instruktioner och individbaserade prestationer så är kvaliteten på naturvetenskaplig undervisning i riskzonen. Det krävs att alla lärare är fullt införstådda med att om vi inte använder oss av en väl genomtänkt bedömningsmetod så kommer eventuellt samhällsdiskussioner om t ex etik och teknologi, i framtiden kunna ske helt utan naturvetare. Naturvetenskap och teknik borde vara en viktig del i framtidens samhälle och dess populations allmänbildning. Nya uppfinningar och ideer kommer inte av sig själv – utan vi måste skola unga människor att förstå sin del i framtidens utveckling. Hårda ord – men andemeningen i denna artikel är att vi bör sammanfatta och studera goda bedömnings- och uppgiftsexempel inom naturvetenskaplig utbildning för att ha en kunna ge alla elever (oavsett bakgrund och förutfattade meningar) en chans att bli framtidens naturvetare.

Matthew W Keefer et al. (2013) har studerat och jämfört flera nationella och internationella studier som visar att det finnas stora skillnader mellan skolor med avseende på ämnesinnehåll, studieplaner och instruktioner vad gäller **naturvetenskaplig etik** och dess betydelse. Detta visar sig bland annat i varierande mål och metoder mellan skolor, samt i hur stor plats och hur mycket tid etiska frågor får ta i elevens NV-utbildning. Denna studie vill visa att man kan komma åt bristen i etisk utbildning genom ett formativt arbetssätt med tydliga läromål. Författarna förordar ett klassrumsbaserat formativt arbetssätt – där eleven lär sig att diskutera, samt förstå betydelsen av etiska perspektiv i den naturvetenskapliga världen genom snabb feedback och kontinuerlig återkoppling. Genom att arbeta på detta sätt blev eleverna bättre på att diskutera olika, till viss del känsliga etiska aspekter, samt förstod betydelsen av att kunna göra detta.

Verklighetsnära kemi?

Vi möts alla varje dag av en otrolig mängd information i olika kontakter och medier – men vi kanske inte alltid funderar över deras vetenskaplighet. I syftestexterna till ämnet "kemi" (och andra NV/TE-ämnen) framgår det att eleverna ska ges en inblick i hur stor betydelse ämnet har haft för samhället och dess utveckling. De ska få insyn t ex i att kemikunskaper används för att förbättra vår hälsa, för att utveckla nya material och för att förbättra vår miljö och skapa en hållbar utveckling. De ska även kunna använda kemins

begrepp och modeller för att förklara kemins sammanhang i samhället, naturen och i människan. Utöver detta ska de kunna skilja på naturvetenskapliga och andra sätt att skildra omvärlden. Man kan träna elever att fundera över naturvetenskaplig information genom att ta upp öppna frågor som, "fungerar verkligen antitynkräm?". Detta kan (om så önskas) även leda till utveckling av en egen undersökning för att finna svaret. Hur avancerade dessa undersökningar är varierar självklart med elevernas ålder – men även mycket små barn kan planera enklare undersökningar. En vägledande matris (för lärare) gällande ett undersökande arbetsätt för att se progressionen från åk 3 och uppåt återfinns på s. 113 i Jönsson et al. (2013), men även i DiNO-materialet som finns för gratis nedladdning på Skolverkets hemsida/bedömning.

Lärare ska i sin undervisning även utgå från ny forskning, aktuella ämnen, samt elevernas intresse. Men intresse är en komplicerad utgångspunkt, då detta kan variera med ålder, kön, erfarenheter och socioekonomiska faktorer (Anders Jidesjö 2012): Som tidigare nämnts sjunker intresset i hela Europa, vilket tros bero på en traditionell och transmissiv undervisning där naturvetenskap framställs som färdiga faktapaketer som inte kan diskuteras. Undervisningen saknar ofta koppling till den verklighet eleverna lever i – och det är liten överensstämmelse mellan vad läraren tror är intressant för eleverna och vad de faktiskt tycker är intressant. Kan vi se kemi och naturvetenskap ur ett annat perspektiv? Kan vi utgå från elevernas intresse och frågeställningar och ändå hålla oss till de riktlinjer vi har i Skolverkets dokument? Kan vi hjälpa eleverna att få ett helhetsperspektiv på ämnet och därmed få en större insikt i kemins betydelse för samhället? Nedan ges ett exempel på ett sådant arbetssätt, samt tips för att kunna utveckla den egna undervisningen.

Centralt innehåll

I kursplanerna (www.skolverket.se) framgår vilket innehåll eleverna ska möta för att kunna nå målet och syftet med ämnet. Vi lärare har frihet i vilka aspekter vi lägger mest tyngdvikt på och hur vi arbetar med ämnesområdena – men alla ska beröras. Det centrala innehållet sammanfattar alla de naturorienterade ämnena. Dessa kan då separeras för varje ämne så som kemi, fysik eller biologi – eller så kan vi välja att se dessa som en inspiration för ett mer ämnesövergripande arbetssätt.

För **årskurs 1-3** ska eleverna diskutera hur naturen skiftar under året, och hur olika aspekter så som sömn och mat och motion kan påverka kroppen och hälsan. Utöver det ska de möta begrepp som berör kraft och rörelse genom att titta på tyngdpunkt, jämvikt etc. De ska även förstå material och ämnen i vår omgivning, genom att t ex diskutera ämnens egenskaper så som löslighet, utseende och magnetism, aggregationsformer och användningsområden. Dessutom ska eleverna få insyn i det naturvetenskapliga arbetssättet genom t ex undersökningar och fältstudier.

För **årskurs 4-6** fördjupas de ovan nämnda ämnesområdena. Bland annat kommer partikelmodeller och kretslopp in (både ämnen och material), samt ämnens indelning efter egenskaper. De ska få kunskap om sura och basiska ämnen och några grundläggande kemiska reaktioner så som fotosyntes och förbränning. De ska reflektera över vanliga kemikalier i hemmet och samhället, samt sätta in kemin och naturvetenskapen i ett historiskt perspektiv. Vad gäller det naturvetenskapliga arbetssättet så ska eleverna nu ges möjlighet att planera, utföra, dokumentera och utvärdera en undersökning.

För **årskurs 7-9** ingår samma ämnesområden som för tidigare årskurser – men med ytterligare fördjupningar. De ska t ex titta närmare på atomens olika byggstenar, olika typer av kemisk bindning, och energiomvandlingar i reaktioner som förbränning. De ska utöka sin kunskap rörande kretslopp, t ex genom att studera avloppsrening och framställning och återvinning av material. De ska även ges möjlighet att få förståelse för modellers användbarhet, giltighet och föränderlighet. De ska kunna utföra systematiska undersökningar och pröva på olika kemiska analysmetoder, så som destillation och identifikation av ämnen. De ska även utveckla sin förmåga att källkritiskt granska olika texter och informationskällor.

För **gymnasiets Kemi 1 och Kemi 2** kurser ska eleverna ges möjlighet att få kunskaper om kemins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas. Vad är ett naturvetenskapligt arbetssätt? De ska även utveckla förmåga att analysera och söka svar på ämnesrelaterade frågor samt att identifiera, formulera och lösa problem. Utöver det ska de utveckla en förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt att hantera kemikalier och utrustning. Även förmåga att "reflektera över och värdera" valda strategier, metoder och resultat ska övas. De måste även förstå kemins betydelse för individ och samhälle, t ex inom medicin, nya material eller hållbar utveckling. Denna undervisning ska ske utifrån ett centralt innehåll som behandlar "materia" och "kemisk bindning", "reaktioner och förändringar", "stökiometri", samt "analytisk kemi".

Verklighetsnära frågeställningar = lärande?

Eleverna **har** ofta ett intresse för kemi och naturvetenskapliga ämnen – men de finner det svårt att se att skolans kemi är densamma som de kunskaper som behövs för att producera läkemedel, framställa makeup eller minska risken för att bilar ska rosta. Det kan därför vara av stor vikt att utgå från aktuella händelser i samhället (t ex larmrapporter, vaccinationer, sjukdomar, etc) och elevernas egna frågeställningar för att göra kemin till en mer naturlig del av elevernas bild av verkligheten och därmed öka deras allmänbildning. Oavsett i vilken årskurs eleverna går så kan dessa öppna, verklighetsnära frågor analyseras och besvaras på ett åldersanpassat sätt. Nedan ses exempel tagna ur kemiundervisningen.

Frågor att ställa sig som lärare – "hands-on-tips" (med fokus på progression och resultat):

Ett formativt, verklighetsnära arbetssätt förutsätter att bedömning, vägledning, syfte och mål finns med redan i planeringsstadiet. Nedan finner ni frågor som lärare, ensam eller kollegialt, kan reflektera över då undervisning som ska leda till en öppen, elevplanerad laboration struktureras.

Vid planeringen kan läraren fundera över...

1. Vilka **mål och vilket syfte** vill jag att den öppna laborationen ska ha?
2. Vilket **ämnesinnehåll** vill jag lyfta fram? Kan jag t ex samarbeta med lärare i andra ämnen för att vinna ett större helhetsperspektiv för eleverna?
3. Vilka **begrepp och förmågor** ska uppgiften träna och ge eleverna chans att lära? Hur ser jag till att alla elever får tillgång till samma begrepp och metoder, etc, om de arbetar i olika grupper?

4. Hur hjälper jag som lärare eleverna att reflektera över de begrepp de hör och läser?
5. Hur hjälper jag som lärare eleverna att dokumentera sin ordförståelse, språkliga funderingar runt begrepp och metoder på ett effektivt och användbart sätt?
6. Hur, när och på vilket sätt ska bedömning ske?
7. Hur skapas ett användbart bedömningsverktyg med ett språk som utgår från skolverkets styrdokument – men som kan tolkas och användas av eleverna för den specifika uppgiften?
8. Hur ges eleverna chans att använda den feedback de får ? Hur kan denna leda till ökad språkutveckling hos eleverna? Kommer feedbacken i rätt tid? Har de chans att reflektera, göra om, och diskutera återkopplingen?
9. Hur dokumenterar jag dels de uppgifter jag gör med eleverna, dels det uppkomna resultatet och de reflektioner jag gör under arbetet (t ex genom att använda en egen loggbok)?
10. Hur utvärderar jag undervisningen?

Reflektera vid planering av öppna laborationer...

Nedan finner ni tips på hur läraren genom en progressionsfokuserad diskussion kan hjälpa eleverna att planera, genomföra och tolka en egen öppen laboration. Kombinera detta med tydliga exempel/standards (med varierande kvaliteter) på hur uppgiften kan utföras och bedömas för att göra det tydligt för eleven vad målet är. Senare i texten finner ni förslag på hur man kan ge tydliga exempel på praktiskt arbete.

Diskutera detta med eleverna...
1. Instruera eleverna att det alltid är bäst att göra sin frågeställning så tydlig som möjligt så att den är möjlig och rimlig att besvara. Möjligen kan underfrågeställningar skapas efteråt. Frågeställningen ska byggas på teori och fakta som eleverna söker innan försöket inleds .
2. Hjälp eleverna att hitta information och reflektera över vilka typer av laborationer som är rimligt att göra i skolan med hänsyn till kemikalietillgång, utrustning, säkerhet, pris och tidsaspekter.
3. Hjälp eleverna genom att visa hur man konstruerar ett flödesschema över laborationens olika steg, där det t ex framgår hur vilka kemikalier som ska användas och varför, vilka säkerhetsaspekter, samt hur många gånger försöken ska upprepas (statistik).
4. Utgå från eleveexempel där eleverna dels får syn på hur strukturen på uppgiften ska vara, samt att de får se exempel på arbeten på olika betygsnivåer (gärna flera på samma nivå). Om inte samlade exempel finns att tillgå kan läraren (ensam eller helst med kollegor) göra egna exempel att visa t ex på smartboard eller liknande. Visa hur praktiskt laborativt arbete kan utföras på olika kvalitativa nivåer (se exempel senare i texten hur dessa exempel kan ges).
5. Diskutera olika sätt att dokumentera planering, observationer, resultat och tolkningar, samt

frågeställningar och reflektioner som dyker upp under pågående laboration.

6. Kan eleverna **konstruera ordlistor** över nya eller okända begrepp i sina egna arbeten och i sin planering av de öppna laborationerna? Dessa ordlistor kan sedan följa med under hela kursen och fyllas på kontinuerligt och användas som grund för prov, arbeten eller läxförhör. Detta förutsätter att eleven får feedback på ordlistan för att undvika att felinlärnningar uppstår.
7. Klargör **hur och när feedback** kommer att ges, samt när och på vilket sätt eleverna får chans att **revidera** sina planeringar/laborationer efter återkopplingen.
8. Gör efter avslutat projekt ett **kunskapstest**, t ex en **frågerunda/vetenskapsstig**, som berör alla de olika elevgruppernas öppna laborationer. Detta befäster elevernas kunskaper och ser till att alla elever får samma möjlighet till ett lärande av alla begrepp och metoder som de olika elevförsöken genererat.
9. **Kamratbedömning av laborationerna** – med stöd från läraren i "konsten" att ge framåtsträvande och konstruktiv feedback. T ex genom att använda "three stars and a wish" vilket innebär att eleven ger tre kommentarer om vad som uppskattats och utförts väl i kompisens arbete och en sak som kan utvecklas (alltså en önskan inför framtiden). Senare i texten följer ett exempel på en annan typ av kamratbedömning.

Exempel på teman/frågeställningar för öppna laborationer

Om eleverna inte själva kommer på egna frågeställningar finns här en lista med förslag på frågor som kan fungera för ett öppet praktiskt arbete:

Jag undrar (eleven/elevgruppen)....

1. Vilka maträtter innehåller mest fett (t ex smör, pommes frites, potatiships, bröd etc)?
2. Innehåller mjölk eller sojabönor mest proteiner?
3. Hur skulle vi kunna demonstrera hur mycket koldioxid olika växter behöver? Kan t ex innefatta att eleverna skapar slutna system för olika växter där vatten och näringsämnen finns att tillgå för växten – men att koldioxid inte tillförs. Ger insikt i fotosyntesen och växters behov av koldioxid.
4. Hur kan olika växter överleva i mörker? Testa att sätta olika växter i mörkret och uppskatta (med hjälp av jod) hur mycket stärkelse som respektive växt innehåller innan och efter mörkervistelsen. Ger förståelse för mörker och ljusfasen av fotosyntesen.
5. Hur kan bakterier påverkas av olika kemikalier? Odla upp bakterier genom att sprida ut ett tunt lager saliv på agarplattor (Petriskålar). Testa sedan flera vardagskemikalier som droppas på plattorna, t ex Ajax, diskmedel, handsprit, Alvedon, Bafusin eller om det finns att tillgå – antibiotika (tänk då på säkerhetsregler runt avfallshantering). Låt eleverna välja produkter, samt ge hypoteser på utfallet. Ger insikt i cellbiologi och biokemi, samt t ex antibiotikaresistens.
6. Vad innehåller "light" produkter och är dessa lättare till vikten? Gör de oss smalare eller bara

mättare så vi äter mindre?

7. *Vad händer med proteiner när vi lagar mat (t ex kokar ägg, steker kött, syrakonserverar etc)? Tänk ut en laboration där du visar vad som händer och vad dessa reaktioner påverkas av.*
8. *Varför kan man gå på is men inte på flytande vatten? Det är ju samma ämne!*
9. *Hur kan hudkrämer vara olika bra? Vad innehåller de? Kan vi göra egna krämer?*
10. *Hur kan giftiga djur bära så farliga ämnen utan att skadas själva?*
11. *Varför regnar det inte saltvatten?*
12. *Varför har vår kropp ett visst pH? Vad skulle hända om vi växlade pH? Har alla djur samma pH i kroppen som vi har (t ex amöbor, ödlor, älgar och fiskar)?*
13. *Hur fungerar värktabletter och hur löses de upp i kroppen?*
14. *Hur fungerar värktabletter?*
15. *Varför ska man ta handsprit mot bakterier?*
16. *Varför är socker farligt för tänderna?*
17. *Gör alla "whitening" tandkrämer verkligen tänderna vitare? Är det någon skillnad på olika märken?*
18. *Vad innehåller en sport/energidryck och varför ska ungdomar under 18 helst inte dricka dessa?*
19. *Varför säger de i filmer att man ska dricka mjölk om man har fått i sig något gift?*

Hitta mer inspiration och fler bakgrundstankar hittas i KRCs olika kompendier, t ex **"Kemin i maten"** eller **"Piller, pulver och plåster"** med flera. Dessa kompendier hittar ni på KRCs hemsida (www.krc.su.se) under fliken "Material och kompendier"

Hur hanterar man som lärare dessa frågor?

Om eleverna kommit fram olika frågeställningar (t ex någon av de frågor som anges i stycket ovan) så är det lärarens ansvar att se till att de projekt frågeställningarna verkligen leder till ett lärande. Detta kräver reflektion och skapandet av en tydlig struktur. Nedan ser ni exempel på aspekter som kan vara viktiga att tänka igenom och diskutera.

Reflektera själv eller med kollegor (kollegialt lärande):

- 1) Fundera ut vilka begrepp och förmågor som är viktiga för eleverna just i det stadie de är i läroprocessen. Vilken fakta, information och kunskap måste de ha med sig för att uppgiften ska öka förståelsen och inte det inte bara bli en "kul" uppgift? Vilket centralt innehåll berörs och vilka syften/mål kan bli aktuella? Tänk på att nästan vilken frågeställning som helst kan "ledas" in till att bearbeta det innehåll du som lärare vill beröra. T ex kan "kemisk bindning" relateras till alla

frågeställningar ovan.

- 2) Utforma en uppgift utifrån elevernas frågeställning. Låt eleverna rösta om en frågeställning som de kan fokusera på – och till vilken olika underfrågeställningar kan formuleras för respektive elevgrupp. Skapa gärna dessa uppgifter tillsammans i lärargruppen eftersom en bra bedömning och förbättringsorienterat arbetssätt startar redan i planeringsstadiet.
- 3) Vilka kunskapskrav är aktuella? När, hur och på vilket sätt ska bedömning ske?
- 4) Hur kan elevsvar på olika bedömningsnivåer se ut? Hur hanterar ni "oväntade" svar eller elevresponser? Kan ni göra exempel (standards) att visa eleverna för att förtydliga krav och mål?
- 5) Vilka ramar ska arbetet ha? Hur många föreläsningar, laborationer etc ska ingå? Ska det vara av laborativ karaktär eller skriftlig eller muntlig presentation av resultat? Eller kanske en kombination av alla dessa?
- 6) Se läroboken som ett uppslagsverk bland många. Ta hjälp av olika typer av litteratur och artiklar, samt Internetsidor. Ger eleverna en bra chans att uppfylla målet att kunna källkritiskt granska olika informationskällor.
- 7) Att utgå från öppna, verklighetsnära frågeställningar betyder inte att "traditionella" arbetsmetoder inte kan/ska användas, så som katederundervisning, receptlaborationer, läxförhör/prov eller gruppdiskussioner. Väl beprövade didaktiska metoder tillför bara mer stöd och vägledning för eleverna!
- 8) Ge kontinuerlig feedback under det pågående arbetet. Detta kan göras muntligt eller skriftligt eller vi interaktiva plattformar så som "Google Drive" eller likande molnprogram.
- 9) Ge eleverna chans att ta till sig feedbacken och revidera uppgiften. Feedback är till för att användas så den kan inte endast komma i slutet av arbetet.
- 10) Ge möjlighet till själv- och kamratbedömningen, så eleven hjälps att bli ägare av sitt eget lärande och att själv få syn på vad som måste utvecklas och vad som är dess styrkor.

Del II – Praktiska exempel

Följande kapitel kommer att ge några exempel på hur lärare och elever kan arbeta med öppna, verklighetsnära uppgifter baserade på ett formativt arbetssätt. Exempelen innehåller två öppna "temalaborationer".

EXEMPEL 1 = EN ÖPPEN LABORATION RÖRANDE VÄRKTABLETTER



Diskutera med lärarkollegor/elever vad som är viktigt för lärandet i denna specifika uppgift

Eftersom bedömning och uppgift ska planeras samtidigt är det viktigt att definiera vad som ska bedömas. I följande exempel kommer elevfrågan **”Hur fungerar värktabletter”** (som fanns med på listan över möjliga frågeställningar i ett tidigare kapitel) att fungera som utgångspunkt. Under denna ”paraplyrubrik” kan eleverna sedan välja underfrågeställningar, t ex ”Vad är skillnaden mellan Alvedon och Treo?” eller ”Vad innebär det att vara beroende av läkemedel?”. Nedan ser ni ett klargörande över vad som ska bedömas (då bedömning ska finnas med redan i planeringsarbetet) – men vi poängterar att detta bara är ett förslag på bedömning efter tolkning av Skolverkets riktlinjer – om ni gör andra tolkningar så står det er självklart fritt att använda dem. Oavsett underrubrik för respektive elevgrupp bedöms i detta fall:

Vi bedömer:
Bakgrundssökning av information (relevant bakgrund erhållen med källkritiskt perspektiv)
Användning och förståelse av naturvetenskapliga nyckelbegrepp (klargör gärna relevans och aktuella begrepp)
Tydlig frågeställning och syftespresentation (rimlighet och relevans)
Planering av egen laboration (tidsaspekt och tillgänglig utrustning, säkerhet, etc)
Genomförandet och dokumentation av laboration (som kan följas av andra och är anpassad för målgruppen)
Analys av resultat och presentation av slutsatser och erfarenheter inför klassen

Förklara och förtydliga dessa bedömningsaspekter

Nedan ser ni några exempel på hur lärare och elever tillsammans har definierat och förtydligat vad de olika bedömningsaspekterna nämnda ovan innebär. Dessa vägledande punkter kombineras lämpligen med exempel eller standards (som exempel från tidigare elevarbeten, eller vilka tillverkas tillsammans i lärargruppen) för att ytterligare förtydliga att detta kan ske på olika sätt. Dessa punkter kan också ligga till

grund för skapandet av ett bedömningsverktyg, t ex en matris.

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "*genomföra en bakgrundssökning*"

Hur ser ni till att använda säkra källor?

Använder ni olika källor (och kan jämföra dessa)?

Anger ni källor korrekt?

Ser ni till att skriva och berätta med egna ord?

Har ni en röd tråd – hittar och använder ni relevant information som hjälper er att besvara frågan och uppnå syftet?

Diskuterar ni inom gruppen om vad som ska inkluderas och varför?

Ser ni till att ha ett kritiskt arbetssätt?

Har ni förståelse för att och hur teorier och modeller utvecklas?

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "*formulera en frågeställning och för att definiera ett syfte*"

Hur kan ni snäva in frågeställningen så att projektet inte blir för stort?

Går det att göra underfrågor?

Varför är detta intressant/viktigt att studera?

Vad skulle ni vilja veta mer om?

Kan ni koppla detta till något ni hört i olika media eller andra kurser (sätta in frågeställningen i ett sammanhang)?

Är detta område relevant – tror ni t ex att det finns flera missuppfattningar angående detta (begrepp/tema) i samhället? Kopplas detta till den kunskap du har och undervisningen du deltagit i?

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "*planera en laboration*"

Hur ska undersökningen genomföras? Kan ni göra ett flödesschema?

Vilken utrustning ska ni använda? Är ni säkra på hur denna används och dess säkerhet och lämplighet för experimentet? Är utrustningen anpassad för den undersökning ni ska göra (t ex med avseende på mätnoggrannhet)?

Vilka kemikalier ska ni använda? Har ni kontrollerat säkerhetsdatabladet för dessa ämnen? Har ni tänkt på att begränsa mängden använda kemikalier?

Hur planerar ni för en säker laboration? Vad händer om ni spiller eller om någon får stänk på sig? Hur tar ni hand om avfallet?

Vad ska ni observera? Är alla gruppmedlemmar aktiva och medvetna om varje steg då ni observerar försöket?

Hur ska ni dokumentera era observationer? Tänk på att inte bara dokumentera resultaten – utan även era reflektioner om vad som händer under laborationen!

Hur gör ni om det händer något oväntat? Har ni avsatt tid så ni hinner tänka efter och planera om i sådana fall? Dokumenterar ni även detta?

Har ni tänkt något runt statistisk säkerhet? Behöver ni t ex upprepa era försök?

Vilka faktorer/aspekter kan påverka utfallet och resultatet av er undersökning? Vilka steg är kritiska?

Hur ser ni till att alla gruppmedlemmar är delaktiga och har sin uppgift i laborationen?

I diskussion mellan lärare och elever fann vi följande aspekter viktiga att tänka på för att "*analys av resultat och erfarenheter*"

Ser ni till att besvara frågeställningen och/eller återkopplar ni till syftet? Har ni tänkt på de eventuella

underfrågeställningar ni hade? Blev även de besvarade?

Refererar ni till olika källor - vare sig de håller med eller motbevisar din teori (anges dessa korrekt)?

Vad var svårast/lättast vid planering och genomförande av laborationen och varför? Fungerade er metod som planerat? Gick det bra att dokumentera under laborationen?

Vad skulle vara intressant att studera vidare? Har det uppstått nya frågeställningar under försökets gång som ni inte hann testa?

Vilka nya begrepp tar ni med er från denna uppgift?

Vilka nya laborationsmetoder eller tekniker tar ni med er?

Var det något som förvånade er?

Kan ni se att ni skulle kunna få användning av denna kunskap i andra kurser, moment eller för att förstå vad ni hör på TV eller på Internet, eller i din vardag?

Har ni tips till någon som skulle göra ett liknande projekt?

Checklista

För att underlätta för eleverna och utan att koppla till bedömning så kan eleverna använda sig av en checklista. I detta exempel (nedan) kan eleven snabbt reflektera över, kontrollera och utvärdera huruvida hon/han har med eller har tänkt på de aspekter som efterfrågas i uppgiftens laborativa del.

Fundera på om....	Ja/Nej:
Ni har hittat information om de kemikalier ni ska använda	
Ni har tänkt på säkerheten	
Ni har planerat för laborationens olika steg (speciellt de mest kritiska)	
Ni har fördelat arbetet i gruppen	
Ni har tänkt ut hur ni ska dokumentera era resultat	
Ni har tänkt på hur ni dokumenterar era tankar, observationer och reflektioner under laborationen	
Ni har tänkt hur ni ska ta hand om eventuellt avfall	

Exempel (utdrag) på en frågeställning, bakgrundsbeskrivning och flödesschema av en elevgrupp rörande värktabletter

Syfte/frågeställning:

Vissa värktabletter omges av en kapsel och det sägs att dessa då löses upp lättare i magen. Vi tror att det är saltsyran i magen som löser upp kapseln och bryter de bindningar som finns mellan molekyler i kapseln. Vi vill studera om detta stämmer och vad som kan påverka hur kapseln löses upp. Våra frågeställningar är alltså; **vid vilket pH löses kapseln snabbast upp och påverkas detta av neutraliserande läkemedel så som Novalucol?**

Försöket vi planerar ska testa vid vilket pH och **koncentration på saltsyra som värktabletten "Ipren kapsel" löses upp bäst**. Vår magsäck innehåller pH 2 av saltsyra och vi vill ta reda på hur snabbt tabletten då löser upp sig. Vi vill även ta reda på om det i böcker eller på internet finns **människor som har olika pH i sin mage** och om då det kan påverka upptaget. Kan det göra även ha att göra med att man har **snabbare upptag** av mat eller beror det bara på **ämnesomsättningen**? Vi vill även förstå vad själva "iprenmolekyler" – eller de

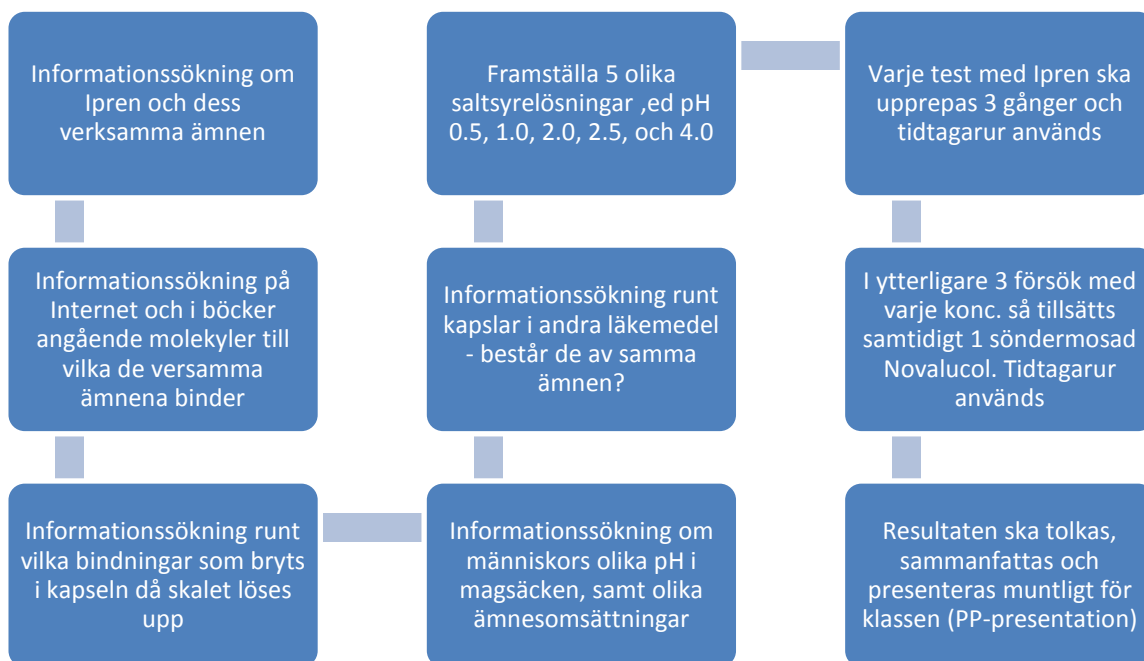
verksamma ämnena i tabletten binder till. Finns det speciella molekyler i magen – eller sker upptaget i tarmen? Vi undrar också hur det går för personer som tar **magsyrehämmande medel** (som Samarin eller Novalukol) samtidigt som de tar Ipren. Får de **ett sämre eller långsammare upptag**?

Bakgrund:

Ibuprofen är den verksamma substansen i Ipren och denna molekyl tas snabbt från magtarmkanalen (FASS, Medicinsk kemi från 2008). Det betyder alltså att även om tabletten löses upp i magsäcken så tas den inte upp förens den kommer till tarmen. Så är det egentligen med alla ämnen som tas upp i vår kropp, t ex olika näringsämnen som fett och kolhydrater. Även vatten tas upp i tarmen (Spira, Biologi 1 bok). I magen har vi saltsyra som brukar ha pH 2. Saltsyran bryter ned de bindningar (kovalenta bindningar – Kemi 1 bok) som finns mellan ibuprofen molekylerna och gör dessa i lagom storlek för att kunna tas upp av kroppen. Det brukar ta från 45 till 75 minuter innan alla molekyler som kan tas upp har tagits upp. Det går snabbare om man tar tabletten på fastande mage (alltså om man inte ätit). Så har man ätit samtidigt som man tagit tabletten så tar det alltså längre tid att få hjälp mot sin smärta. Ibuprofen, som alltså lindrar smärta, binds mest (99%) till något som heter plasmaprotein. Plasma kan man säga är en del av blodet (Spira, Biologi 1 bok) och proteiner är som en slags katalysatorer i kroppen (Kemi 1 bok). Ibuprofen metaboliseras (det betyder att det bryts ned när det gjort sitt jobb) snabbt i levern via något som heter "cytokrom P450", till två ofarliga produkter. Även njuren arbetar för att rena kroppen från rester. Efter ca 24 timmar har allt försvunnit av tabletten i kroppen. Människor har olika snabba ämnesomsättning men det är osäkert på varför det är så. Vissa bryter ner och tar upp ämnen snabbare än andra (Spira, Biologi 1 bok).

Flödesschema:

För att tydliggöra de olika stegen i laborationen (både för sig själv och läraren) kan eleverna göra ett flödesschema. Oftast har dessa fler steg än i exemplet nedan – men detta ger en uppfattning om hur dessa skulle kunna utformas.



Feedback på frågeställning/syfte/flödesschema

Detta är exempel på utvecklingsområden på elevexemplet ovan, vilka kan tänkas ingå i en återkoppling som ges till eleverna. I detta fall ges feedback i form av frågor för att uppmana eleverna att tänka till och fundera över återkopplingen. Det är viktigt att eleven inte fastnar i att endast läsa och korrigera av läraren "märka ord/begrepp", eller att besvara direkta instruktioner genom att fylla i/komplettera utan att reflektera över varför.

Feedback på frågeställning/syfte

Varför valde ni att studera just Iren?

Vilka kemibegrepp tycker ni att det är viktigt att förklara i ert arbete?

Vilka metoder kommer ni att använda och varför har ni valt dessa? Hur "säkra" är dessa?

Kan ni kanske utöka frågan till att jämföra med någon annan värktablett med/utan kapsel?

Förklara hur ni kom att tänka på ämnesomsättningen?

Hur tror ni att magsyrehämmande läkemedel kommer att påverka ert resultat?

Kan ni mäta ämnesomsättning och kan ni i så fall få med det i er frågeställning och försöksupställning?

Om inte kan ni förklara varför detta inte kan mätas med skolans utrustning?

Kan ni motivera varför detta är intressant att studera? Kan ni koppla till användningsområden i er vardag eller i samhället i övrigt?

Feedback på bakgrundstext

Hur ser "ibuprofenmolekylen" ut? Är den stor eller liten och består det av flera delar?

Hur kan syran lösa upp bindningarna i kapseln? Hur stor betydelse tror ni pH har? Hur vet ni att bindningarna är kovalenta?

Varför tror ni tabletten tas upp snabbare vid fasta?

Berätta lite mer om vad kapseln består av? Är det samma beståndsdelar i alla läkemedelskapslar?

Vad betyder begreppet "katalysator"?

Vad har levern och njuren för funktion rent kemiskt?

Hur binder ibuprofenmolekylen till plasmaproteinet? Är det också en kovalent bindning?

Hur transporteras ämnet till det ställe där det gör ont?

Feedback på flödesschema

Varför valde ni att undersöka just dessa 5 olika pH värden?

Vad är er metod för att blanda lösningar och mäta pH? Kan ni förklara lite mer?

Hur tänker ni runt säkerheten under laborationen? Kan ni göra en beskrivning av hur ni skulle kunna arbeta säkert, samt hur ni gör om olyckan är framme?

Varför valde ni att upprepa just 3 gånger?

Finns det någon vinst med att testa andra värktabletter och magsyrehämmande läkemedel?

Tid för revidering och kamratbedömning

Efter feedback från läraren är det viktigt att ge eleven möjlighet och tid att tänka igenom den återkoppling som har erhållits och för att ändra det som eleven/gruppen tycker är relevant. För all återkoppling behöver inte användas direkt - utan är tänkt att väcka tankar hos eleven som kan fungera som frön för lärande.

När elever arbetar på detta sätt med en öppen frågeställning, där olika grupper berör olika områden, är det viktigt att grupperna får chans att visa och berätta för hela klassen så att en gemensam kunskapsbas skapas.

Ett sätt är att låta elevgrupperna presentera muntligt och demonstrera sina laborationer för sina kamrater som då får ta del av deras arbete. Genom kamratbedömning enligt det bedömningsverktyg som beskrivits ovan, samt de frågor som uppstår medan de lyssnar, så kan en givande och utvecklande diskussion med fokus på progressionen framåt skapas. Diskussionen underlättas av att alla elevgrupper har samma grundfrågeställning och att de tillsammans med varandra och läraren skapat förståelse för bedömningsverktyget.

Självvärdering och reflektion över lärande

Efter avslutat arbete och diskussion i klassen är det tid för både lärare och elever att reflektera över hur arbetet fungerat. Detta kan ske enligt den generella checklista som tidigare visades i detta kompendium (se bakgrundstext). Nedan ser ni även en variant av självvärdering som fungerar mycket bra för att generera ökad förståelse och lärande som visats i empiriska test (Nilsson 2011). Denna utgår från påståenden, vilka eleven ska ta ställning till om de kan hålla med eller inte. Om de svarar nej på påståendet måste de ta ställning till hurvida de vet hur de ska hitta svaret eller inte. Dessa typer av självvärderingar hjälper dels eleven att ringa in vad den redan kan och vad som måste utvecklas, samt dels förtydligar det egna ansvaret som ligger i att först självständigt försöka hitta svaret innan läraren tillfrågas. Dessa självvärderingar kan kombineras med att eleven verkligen gör de uppgifter som finns i påståendena så att både lärare och elev verkligen vet att kunskapen och målet uppnåtts. Detta är då en form av värdering/diagnostisk självvärdering med syfte att utveckla undervisningen. Självklart kan även dessa självvärderingar ge en snabb återkoppling om vad som fungerat bättre och sämre i kemiundervisningen. Eleverna kan besvara detta individuellt eller i grupp. Nedan ser ni ett kort utdrag ur en sådan checklista:

Påstående:	Ja	Nej	Nej, men jag vet hur jag kan hitta svaret
Jag vet hur ibuprofenmolekylen ser ut			
Jag kan beräkna koncentrationer och pH på syror och baser			
Jag kan beräkna och genomföra en spädning av en syra			
Jag kan förklara vad en kovalent bindning är			
Jag kan använda en pH-meter korrekt och vet hur den kalibreras			

Sambedömning och utvärdering – ”projekt värktabletter”

För att ett förbättringsorienterat arbetssätt ska fungera så måste återkopplingen gå åt båda hållen (som tidigare nämnts) - alltså från lärare till elev och från elev till lärare. Nedan ser ni ett antal frågeställningar som kan fungera som underlag för reflektion vid ett kollegialt diskussionstillfälle. Dessa är av en mer specifik karaktär än det mer generella verktyget för sambedömning ni kan finna tidigare i denna text.

Sambedömning och utvärdering

1. Motsvarade elevernas resultat de förväntningar ni hade (tänk på eleverna som en grupp)?

Rada upp förväntningar och mål mot vad som faktiskt producerades av eleverna t ex

- a) Söka relevant information om värktabletter källkritiskt
- b) Ställa en relevant och genomförbar fråga
- c) Skapa ett flödesschema (rimligt, tidsperspektiv, säkerhet)
- d) Gav uppgiften alla elever samma möjligheter att tillgå kunskapen som kan samlas ihop av alla grupperas resultat?
- e) Etc...

2. Gav uppgiften eleverna möjlighet att uppnå de eftersträlvade målen?

- a) Fanns det utrymme för reflektion och kritiskt tänkande
- b) Kunde eleverna reflektera över den kontinuerliga återkopplingen så att arbetet kunde revideras

3. Kunde alla nivåer i kunskapskraven uppnås genom uppgiften?

4. Kan ni plocka ut elevsvar som ni kan använda som referensunderlag vid bedömningsdiskussioner?

5. Fanns det missförstånd och "fel" som flera elever uppvisade?

- a) Vilka moment verkade kritiska för lärandet?
- b) Behövdes det mer föreläsningar, genomgångar om kemisk bindning, bindingsstyrka, samt laborativa övningar rörande metoder/tekniker?

6. Kan ni skapa ett gemensamt feedbackprotokoll?

(Detta motsvarar ett sammanfattande dokument vilket innehåller alla önskade/förväntade svar och viktiga begrepp och förmågor vilket kan delas ut till eleverna för att underlätta återkopplingen så att läraren kan undvika en viss del av den individuella skriftliga feedbacken. Denna kompletteras självklart med individuell feedback i den mån det behövs)

7. Vad är det viktigaste ni lärare tar med er rörande arbetssättet och ämnesinnehållet? Finner ni behov för vidareutbildning inom något område. Var värktabletter ett relevant tema för den årskurs som genomgick projektet?

EXEMPEL 2 = EN ÖPPEN LABORATION RÖRANDE ÖSTERSJÖN OCH SALTHALTER

Ett annat exempel på en öppen laboration med ett formativt arbetssätt beskrivs här (Nilsson 1, www.krc.su.se). Denna laboration fokuserar på salthalt och mätningar av salinitet i Östersjön. Övningen kan hjälpa eleverna att få förståelse för vårt grannhav som står inför stora ekologiska förändringar. Uppgiften utgår från ett formativt arbetssätt och ger exempel på självvärderingsövningar, checklistor och annat. Texten utgår från kemiämnets perspektiv – men fungerar bra som grund ämnesövergripande projekt och kan anpassas till olika åldersgrupper genom att justera krav och innehåll till en lämplig nivå.

Östersjön – ett spännande ekosystem i ständig förändring

Denna laboration ger en sammanfattning om hur elever (även i yngre åldrar) kan arbeta med en öppen/halvöppen laboration rörande salthalter och mätningar av salinitet. Övningen kan hjälpa eleverna att få förståelse för vårt grannhav som står inför stora ekologiska förändringar. Uppgiften utgår från ett formativt arbetssätt och ger exempel på självvärderingsövningar, checklistor och annat. Texten utgår från kemiämnets perspektiv – men fungerar bra som grund för ämnesövergripande projekt.

Frågeställning:

”Vilket vatten är saltast; Östersjövatten, koksaltlösning (för linser) eller kranvatten? Vad tror du salthalterna har för påverkan och betydelse för vår ekologi och vår hälsa?”

Denna fråga har en öppen karaktär och ger eleverna möjlighet att fundera över undersökningsmetoder, planering, dokumentation och analys. De får även chans att sätta in kunskapen i ett större perspektiv (hälsa och miljö). Innan försöket bör eleverna (i äldre åldrar) ha gått igenom olika former av kemisk bindning (som jonbindning och kovalent bindning) och diskuterat olika metoder som kan användas för att identifiera och kvantifiera salter i lösningar, så som fällningsreaktioner, titreringar, masspektrometri och andra spektrofotometriska metoder (de senare två exemplen passar gymnasiet). Eleverna (även i yngre åldrar) bör ha indunstat och mätt vikt på olika salter och jämfört dessa mellan olika salter. Äldre elever kan använda de erhållna måtten för att (utifrån ett periodiskt system) kunna göra enkla stökiometriska beräkningar rörande mol/molmassa/massa. Utöver detta kan ett ekologiskt perspektiv på Östersjöns organismer storlek, diversitet och antal (i jämförelse med andra hav) diskuteras. Detta kan alla elever, oavsett ålder, diskutera – anpassat av läraren för målgruppen.

Eleverna ska själva planera laborationen och välja metod, utrustning och kemikalier (som självklart godkänns av läraren innan start). Eleverna kan ges någon form av bakgrundstext (vilket ni kan nedan) – men självklart kan det (i alla fall bland äldre elever) ingå i uppgiften att själva söka bakgrundsfakta. Text kan de skriva en **inledningen** innan de utför laborationen, innehållande kortfattade tankar runt planering, bakgrundsfakta, ett syfte/frågeställning och en kort beskrivning av metoden och hur valet av metoden gick till. Dessa aspekter av inledningen kan sedan bedömas/studeras av läraren så att formativ feedback kan ges till respektive elevgrupp inför de fortsätter med laborationen.

Bakgrundsinformation:

Här finner ni exempel på vilken typ av information som kan delges eleverna innan de börjar planera sin laboration. Självklart anpassas detta av läraren efter vilken årskurs av elever som arbetar med projektet. Det kan gärna ingå information som inte är relevanta för övningen så att eleverna får öva sig att ta ut det viktigaste, samt reflektera över vad övningen egentligen går ut på och vilket målet och syftet är.

”Allt vatten i hav, sjöar och vattendrag innehåller salter, främst natriumklorid (NaCl), men också mindre mängder av salter innehållande svavel, magnesium, kalcium och kalium. Salthalten mäts i psu (practical salinity units). Havsvatten har ca 35 psu, medan halter < 30 psu räknas som bräckt vatten. Västkusten har ca

25 psu, vid de danska sunden och Öresund kan man mäta 10-20 psu, medan Egentliga Östersjön har ca 7 psu och vid Haparanda (Bottenviken) och St. Petersburg är den så låg som 2-3 psu. Tabellen nedan visar typiska koncentrationer av joner i havsvatten”

Joner:	g/kg:
Klorid (Cl ⁻)	19,345
Natrium (Na ⁺)	10,752
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	2,701
Magnesium (Mg ²⁺)	1,295
Kalcium (Ca ²⁺)	0,416
Kalium (K ⁺)	0,390
Vätekarbonat (HCO ₃ ⁻)	0,145
Bromid (Br ⁻)	0,066
Borat (BO ₃ ³⁻)	0,027
Strontium (Sr ²⁺)	0,013
Fluorid (F ⁻)	0,001

”Östersjön är ett unikt hav på grund av den låga salthalten, man kallar att vattnet är bräckt. Den låga salthalten gör att det finns få arter av växter och djur som är synliga för blotta ögat. T ex är blåmusslor bara en fjärdedel så stora som i andra hav med högre salthalt. En annan faktor som är unik för Östersjön är dess tjocka istäcke på vintern, vilket kan uppgå till ca 25 meters djup i de norra delarna. Detta gör att det är det förkommer mer årliga växter än fleråriga, då det är svårt att överleva istäcket. Istäcket i sig har annars en viktig funktion för sälar som kräver istäcket för sin parningsperiod.

Östersjön är ett havsekosystem som, likt många andra, är starkt påverkat av människan, bland annat genom jordbruket och fisket. Problem som uppmärksammas särskilt under senare decennier är övergödning och miljögifter, t ex hormoner från läkemedel och antibiotika som använts t ex i jordbruket. Östersjön är ett grunt och bräckt hav med låg vattenomsättning och ett fåtal arter, vilket gör det till ett särskilt känsligt ekosystem. Dessutom tar det ca 35 år för allt vatten att bytas ut på grund av den extremt smala och grunda utflödet till nordhavet. Detta bidrar ytterligare till känsligheten hos ekosystemen. Utöver detta så medför de låga temperaturerna till att kontaminerande produkter och föroreningar ackumuleras och lagras lång tid i sedimenten, liksom hos djur och växter. De marina organismer som finns i Östersjön är tåliga söt-respektive saltvattensorganismer, det finns inga egentliga brackvattenorganismer. Intressant är att antalet marina arter är mycket högre på västkusten än på östkusten.”

Lärarens uppgift:

Lärarens uppgift:

1. Vad ska eleven inhämta för kunskaper genom denna uppgift och vilka förmågor är viktiga att öva? Lista viktiga begrepp, viktiga laborativa metoder, etc, som du vill att eleverna ska ha med sig för att kunna planera den egna laborationen.
2. Tipsa gärna eleverna om att göra en egen ordlista med nya begrepp – den kan komma till användning under hela kursen! Ge som lärare även feedback på denna ordlista för att undvika missförstånd...

3. Gör en matris (3 gradig skala – behöver inte vara betyg utan kan vara andra kvalitetsnivåer) över aspekterna planering, bakgrundsfakta, frågeställning och metodbeskrivning med utgångspunkt på vilka centrala begrepp och förmågor du som lärare vill ha med från Skolverkes riktlinjer. Vad är viktigt att ha med från elevens perspektiv? Vad kan det vara aspekter/områden som eleverna kan missförstå och ha problem med? Vilka nyanser kan det finnas i kvalitet hos elevtexterna? Hur kan elevexempel på olika nivåer se ut?
4. Gör en enkel checklista (se exempel nedan) där eleverna snabbt och enkelt kan se om de har med allt och har tänkt på det viktigaste.
5. Läs och bedöm texterna nedan enligt er egen matris. Fungerade matrisen? Vad skulle kunna förtydligas i matrisen och/eller i informationen till eleverna?
6. Vad skulle ni ge för skriftlig feedback på respektive text? Hur ser ni till att feedbacken leder eleverna framåt? Kan ni teckna frågor som utmanar eleverna?
7. Hur skulle uppgiften kunna kamratbedömas, respektive självbedömas (se exempel på självvärdering nedan)?
8. Hur kan ni ge eleverna chans att revidera sina laborationsplaner? Ska de göra om texten, laborationen eller kanske en liknande uppgift? Hur planerar ni in tid för detta?

Checklista för läraren (exempel):

Här följer ett utdrag ur en checklista för lärare. Andra underrubriker kan användas, eller läggas till. Exemplet är anpassat för högstadiet/gymnasiet och måste därmed anpassas till den årskurs undervisningen sker på. Men mallen kan fungera i alla åldrar – justerad till för årskursen lämpliga begrepp, metoder och förmågor.

Olika steg i laborationen:	Viktiga begrepp:	Viktiga metoder	Aktuella "förmågor"/aktiviteter:
Bakgrundsfakta	Jon Sammansatt jon Fällning Lågfärg Ekosystem pH försurning övergödning miljökonsekvenser	pH-mätning Indunstning Volymmätning Viktmätning	Faktasökning Kritiskt tänkande Källkritik Skilja på vetenskap/ icke-vetenskap Helhetsperspektiv och analys – miljö och ekologi Sätta in laborationen i ett sammanhang
Planering	Flödesschema Namn på relevant utrustning (så som mätkejs och pH-meter)	Beräkning (miniräknare)	Övergripande förståelse över en laborations alla steg och vilken betydelse respektive steg har

			Kännedom om laborationssalen Förmåga att välja rätt utrustning och metoder Förmåga att välja rätt kemikalier Säkerhetsperspektiv Tidsperspektiv
Genomförande	Namnet på de valda materialen och utrustningarna Metodernas namn	De metoder som valts, t ex pH-mätning eller koncentrationsbestämning	Säkerhetstänkande Delaktighet i varje steg av laborationen (alla i gruppen ska kunna genomföra och förklara varje individuellt steg)
Etc...			

Exempel på elevsvar:

Utifrån de autentiska elevsvar (hämtade från högstadium/gymnasium) ni ser nedan kan ni se vad eleverna kan ha problem med – vad som kan vara avgörande eller viktiga steg/faktorer för lärande. Ni kan också ha dessa som utgångspunkt för diskussion lärare emellan över vilka typer av laborationer ni kan tipsa eleverna om.

Elevelexempel - Inledning (grupp 1):

Vatten är i naturen bestående av mer än vattenmolekylen. Det kan vara salter och joner eller avfall av olika slag. Vi har gått igenom lite olika sätt att titta på salt, t ex att avdunsta vattnet så att saltet blir kvar så man kan väga det eller genom att använda en fällningsreaktion. I en fällningsreaktion så reagerar kloridjoner med silverjoner till ett svårslutligt salt (AgCl) som faller till botten. Detta syns som en vit dimma. Man kallar det att silverjoner är reagens för kloridjoner. Det finns så klart massa andra salter och joner i vatten – men då måste man först hitta något ämne som är reagens med dem, vilket det finns tabeller för. Vi tänker testa lite sådana metoder och se vad vi får. Hur vi ska veta vilket vatten som är saltast gör vi genom att mäta vikten på fällningarna. Kanske måste vi räkna lite eftersom molmassorna för olika ämnen är olika...? Salt är i alla fall jonföreningar som består av en + jon och en – jon som binder varandra med jonbindning. I en jonförening ha en atom tagit en/flera elektroner och blivit –laddad eller så har en atom blivit av med elektroner och blivit + laddad. Vi tror att linsvätskan kommer att vara saltast då Östersjövatten är ett ganska sött vatten.

Elevelexempel - Inledning (grupp 2):

Denna undersökning ska testa saliniteten hos olika lösningar. Vi vet att koksaltlösningen endast består av joner av saltet NaCl . De andra två lösningarna kan innehålla olika joner och salter. För att kunna jämföra bör vi därför endast fokusera oss på att titta på just skillnaden i halten NaCl . Vi har lärt oss att vi kan avdunsta vattnet och få kvar saltet i fast form. Detta ger oss en massa som ger ett mått på innehållet. Denna metod funkar bara för koksaltlösningen för de andra lösningarnas torrsvikt kan vara en blandning av allt möjligt (alltså olika salter). Hur ska vi då mäta kranvatten och Östersjövatten? Jo, vi vet att kloridjonen i saltet NaCl

reagerar med silverjoner och bildar en fällning. Denna fällning kan man filtrera fram och sedan väga. Då borde massorna NaCl mellan de olika lösningarna kunna jämföras. Vi tror att Östersjövattnet är saltast då det smakar saltare på tungan. Sedan följer koksaltlösningen och sist kranvattnet. Om man vill hitta andra joner och salter måste andra metoder användas. Vi vet t ex att det finns andra ämnen som reagerar med varandra för att ge fällning, vilket vi kan avläsa i en tabell i vår lärobok – men detta sparar vi till en annan undersökning. Det är bra att kunna mäta salthalter, t ex i akvarier så att inte fiskarna dör av för hög eller låg salthalt – eller i blodet på oss människor. Det finns till och med dem som har dött av för hög salthalt i blodet (eller druckit för mycket vatten och blivit för "utspädda" i saltet).

Eleve exempel - Inledning (grupp 3):

Salter är jonföreningar som består av en + och en – jon som sitter ihop med en jonbindning. Vi ska jämföra tre olika lösningar som tros innehålla salt i olika grad. Salt kopplas oftast ihop med koksalt som egentligen heter natriumklorid. Det är vad som finns i den saltlösning som heter koksaltlösning (för linser) – en av lösningarna vi ska testa. De andra lösningarna kan bestå av lite av varje och blir därför svårare att testa. Vi kommer att använda oss av avdunstningsmetoden vilket betyder att vattnet torkas bort så att saltet finns kvar. När vi har alla massor kan vi jämföra vikten på en viss bestämd volym av vattnet av varje sort. Sedan kan man reagera med joner som passar bättre ihop. Det beror på att de har stor skillnad i elektronegativitet, och är något som det finns tabellvärden på. Då dras dessa joner liksom närmre varandra i bindningen och det ger ett extra hårt salt, en fällning. Vi hämtar information om dessa "favoritpartners" bland olika joner i tabellen i boken. Salthalt påverkar osmosen i kroppen så därför är det jätteviktigt att kunna mäta salthalten. Vi har stött på att någon dött av kaliumförgiftning. Uttorkning om man är i en öken kan kanske också sägas vara en överdos av salt. I riktiga världen (utanför vårt labb) så testas man inte som vi gör utan då har man dyr och avancerad utrustning som mäter alla joner samtidigt – detta kallas masspektrometri. För att vi ska kunna bli mer exakta med våra enkla metoder så måste vi räkna med molmassor och sådant eftersom olika salter har olika molmassa. Kanske kan vi kombinera olika fällningsreaktioner och titreringar för att separera joner så att vi kan fälla ut dem med ovan nämnda reaktanter.

Checklistor för eleverna:

Planering:	Ja/Nej:
Jag har med en planering som sträcker sig från teori till genomförande?	
Jag har planerat för vilka metoder som ska användas och vilken säkerhet jag måste tänka på?	
Jag har planerat för hur jag ska observera och dokumentera mitt experiment?	
Jag har tänkt ut alternativa planer om något går fel?	
Jag inkluderar alla i gruppen i planering och genomförande?	

Bakgrund:	Ja/Nej:
Jag har hämtat min information från säkra källor (gärna flera olika)?	
Jag har angett varifrån jag hämtat informationen?	
Jag har skrivit med egna ord?	
Jag använder naturvetenskapliga begrepp och förklarar dessa?	
Jag har endast skrivit om det som är viktigt för laborationen?	

Frågeställning:	Ja/Nej:
-----------------	---------

Jag har en tydlig frågeställning som är lätt att besvara och följa upp i slutet av laborationen?	
Jag har betonat syfte med experimentet? T ex varför kan det vara viktigt/intressant att studera just detta?	
Jag bygger min frågeställning och mitt syfte på naturvetenskapliga fakta och teorier?	

Metod:	Ja/Nej:
Jag har tänkt igenom rimligheten i min metod? Testar laborationen det jag vill testa (dvs en laborativ, kvantitativ, jämförande analys av salthalter i olika lösningar)?	
Jag har tänkt över möjligheten att utföra metoden med de kemikalier och den utrustning som finns i skolan?	
Jag har reflekterat över säkerhet före, under och efter försöket?	
Jag bidrar till att alla gruppmedlemmar är delaktiga i alla moment och att alla har insikt i planering, genomförande och analys?	
Jag har tänkt igenom, diskuterat t ex läroboken och internet efter alternativa metoder?	
Jag har gjort ett flödesschema för att underlätta laborationen – och vilken min lärare har godkänt?	

Exempel på självvärdering:

Påstående:	Ja:	Nej:	Nej, men jag vet hur jag ska ta reda på det:
Jag vet vad en jonbindning är och hur den uppstår			
Jag kan separera salt från vatten			
Jag vet vad svårslösligt salt och fällning är och kan använda dessa för att identifiera vissa joner			
Jag vet hur man skulle kunna kombinera titrering med fällning för att identifiera och kvantifiera joner			
Jag kan reflektera över salthalter i olika miljöer och lösningar och sätta in dessa tankar i ett ekologiskt perspektiv			
Jag kan reflektera runt salthaltens betydelse för vår kropp och hälsa			
Jag kan ge exempel på någon annan analytisk metod för studera salter			

Tips på laborationer eleverna kan inkludera i sin planering:

Tipsen nedan är främst anpassade för högstadiet och gymnasiet. Men flera av dem kan förenklas och modifieras för att passa lägre åldrar. T ex kan läraren i dessa fall göra flera av de mer avancerade momenten, så som att blanda lösningar och göra beräkningar – medan eleverna bara tar del av delar av respektive laboration där något ”händer” eller är lätt att observera, mäta eller känna.

Eleverna kan välja att:

Avdunsta vatten från saltlösningen genom att lägga ett filterpapper på botten av en kristallisationsskål. När vattnet avdunstar vägs filterpappret (dra bort vikten för filterpappret) = saltets vikt. Jämför vikten på saltet från de tre olika lösningarna. Kan kombineras med beräkningar av substansmängd.

Testa vilken lösning som **leder ström** bäst? Testa med en ledningsförmågemätare = konduktivimeter. Vad i vatten gör att det leder ström? Borde det vara någon skillnad mellan dessa tre lösningar? (Mer specifik och utförlig beskrivning finns på www.krc.su.se, under undervisning/laborationer)

Testa att identifiera metalljoner med **långfärg**. Olika metalljoner har olika färg på lågan, t ex Na^+ är gul och Cu^{2+} är grön. Kräver att eleverna först avdunstat vattnet. (Mer specifik och utförlig beskrivning finns på www.krc.su.se, under undervisning/laborationer)

Fällningsreaktioner kan användas för att identifiera och kvantifiera joner i lösning. T ex kan silverjoner (Ag^+) användas som reagens på kloridjoner, och bariumjoner (Ba^{2+}) som reagens på sulfatjoner (SO_4^{2-}). Fällningarna kan sedan vägas och användas som utgångspunkt till beräkningar av t ex substansmängd.

Punkt 3 och 4 ovan kan ha av betydelse som förslag om eleverna vill studera andra salter än natriumklorid som kan ingå i de tre lösningarna.

Titring kan användas för att tydligare kvantifiera halten av saltet. T ex kan vi beräkna halten av NaCl i våra okända lösningar genom att använda silvernitrat (AgCl , av känd koncentration) som titrator och kaliumkromat (K_2CrO_4) som indikator. Den okända NaCl-lösningen (av känd volym) placeras i en bägare till vilken silvernitrat droppas via en byrett. Som indikator i saltlösningen finns kaliumkromat som är gul till färgen. Silverjonerna i titratoren och kloridjonerna i lösningen i bägaren reagerar och bildar en vit fällning av silverklorid (AgCl). När alla kloridjoner har reagerat kommer färgen på indikatorn att slå om till röd/rödbrun. Detta sker därför att silverjoner också jag bilda en fällning med kromatjonen (CrO_4^{2-}) till silverkromat (Ag_2CrO_4). Detta salt är dock mer lösligt än silverklorid (AgCl) så dessa kan först bildas då alla kloridjonerna är slut. De erhållna värdena (volymerna) tillsammans med konskapen om titratorns koncentration, ger all nödvändig information för att beräkna halten kloridjoner i ursprungslösningen.

Osmos – vad händer med celler (t ex rödlökceller som inte behöver infärgas för att vara tydliga i mikroskop) då läggs i lösningar med olika salthalter. De kommer antingen vara opåverkade eller svälla/krympa? Varför? Hur påverkar det oss människor?

Ekologiskt perspektiv kan eleverna studera genom jämföra storleken på olika havsorganismer från olika hav, t ex blåmusslor från Östersjön jämfört med från Atlanten eller Stilla Havet (kan göras via internet).

Utvärdering (av undervisningen):

Efter avslutat moment är det bra att utvärdera huruvida elevernas lärande ökat, samt identifiera arbetssättets styrkor och utvecklingsmöjligheter.

Utvärdering av öppen laboration; "Östersjön och salthalt"	Ja/Nej:
1. Gav uppgiften de resultat och det lärande som du väntat?	
2. Vilka begrepp var viktigast för att få en generell förståelse för ämnesområdet? Fick eleverna med sig kunskap om dessa?	
3. Vilka laborativa metoder var viktigast att få en generell förståelse för? Fick eleverna med sig kunskap och praktisk övning av dessa?	
4. Kunde alla betygsnivåer uppnås genom uppgiften?	
5. Vilka steg var kritiska för elevernas lärande?	
6. Var det något moment, någon teori eller metod som flera elever hade problem med? I så fall – vad skulle det kunna finnas för utvecklingsområden på undervisningen för att överkomma dessa problem?	
7. Vad tar du främst med dig till nästa moment?	

Exempel 3: "Surt regn"

Här följer några förslag till laborationer som kan göras öppna i olika grad. De flesta laborationer kan utföras med hushållskemikalier och ett fåtal kemikalier och enklare utrustning. De kan även varieras beroende på tillgång av material, och på elevernas intressen och frågeställningar.

Surt regn

1. Låt eleverna samla så många olika "vattentyper" de vill, t ex regnvatten, kranvatten, sjövattnet, havsvatten, eller akvarievatten.
2. Gå igenom bakgrundsinformation, t ex genom en genomgång, läsövning, eller film (det finns många bra filmer på temat på UR eller på Youtube).
3. Skapa tillsammans med eleverna en ordlista över de viktigaste begreppen för uppgiften (se tabell nedan).
4. Klargör målet och syftet med övningen tillsammans med eleven (se tabell nedan).
5. Fördela de olika "vattentyperna" i provrör eller burkar och skriv på dessa vad de innehåller.
6. Låt dem klippa till och använda pH-papper i små bitar (som de håller med en pincett)
7. Låt eleverna lägga pH-pappren i en rad på ett papper där varje "vattentyp" finns utmärkt. Låt dem sedan droppa de olika "vattentyperna", med en liten pipett, på varje märkt pH-papper
8. Jämför färgen på respektive pH-papper mot en pH-skala. Alternativt kan eleverna göra en egen pH-indikator av rödkål (recept kan t ex återfinnas i på KRC:s hemsida, under fliken undervisning/laboration eller i boken om drakflickan Berta)
9. Låt eleverna själva reflektera över resultatet i grupp och göra en "mindmap" eller tecknad serie över hur de olika "vattentyperna" hänger ihop. De kan t ex fundera över frågor så som;

1. Vad är "surt regn"?
2. Hur blir regnet surt?
3. Vad gör man i ett vattenreningsverk?
4. Vad är pH (eventuellt för de lite äldre eleverna)?
5. Hur blir havsvatten salt och påverkat detta pH?
6. Vad händer i naturen om det regnet är surt?
7. Kan man hjälpa naturen på något sätt om det har regnet mycket surt regn?

Viktiga begrepp (några exempel):
pH
PH-indikatorer
Surt regn
Sur och basisk
Vattnets kretslopp
Vattenreningsverk
Ekosystem
Kalk
Anpassning till olika miljöer

Exempel 4: "Klibbig is"

Bakgrund: Vatten är ett ämne som kan finnas i olika stadier, flytande, gas eller fast form. När vatten kyls till 0°C så antar vatten sina fasta form = is. Denna laboration utforskar isens egenskaper och hur vi enkelt kan göra isen "klibbig" så att den fastnar på saker. (För läraren = när man strör salt på is leder detta till att denna börjar smälta. Det beror på att saltvatten fryser vid en lägre temperatur än kranvatten).

Beskrivning:

1. Frys i förväg iskuber
2. Dela eleverna i grupper med ca 4 personer var
3. Gå igenom vattens egenskaper, användningsområden och betydelse för livet på jorden
4. Låt eleverna lägga en isbit på ett fat
5. Strö lite salt ovanpå isbiten
6. Lägg en annan isbit ovanpå den andra isbiten och tryck lätt
7. Försök sedan lyfta den översta iskuben – vad händer? Eleverna kan skriva ned eller rita sina observationer.
8. Blöt sedan en bit tråd i vanligt kranvatten
9. Sätt en ny isbit på fatet och lägg tråden på denna
10. Strö på salt på isbiten och tråden och vänta en minut
11. Lyft tråden och se vad som händer. Skriv eller rita dessa observationer
12. Prova att göra samma försök fast utan salt – blir det någon skillnad?
13. Kan eleverna komma på egna saker att strö på isbiten för att se om något händer?

Analys och reflektion:

1. Ge mycket tid till reflektion och diskussion. Förbered några punkter som eleverna kan fundera på om de inte kommer igång själva, t ex "varför saltar man vägar på vintern?", "vad gör saltet på vägarna och i detta försök?", "vad händer när flytande vatten blir is – eller tvärtom när is blir vatten?".
2. Beroende på elevernas ålder kan stödet för egen analys vara olika omfattande. Som stöd kan man som lärare använda olika Youtubeklipp som har sökordet "vattens egenskaper" (det finns många bra även på engelska)
3. Använd gärna bilder för att förtydliga vad som sker
4. Låt eleverna rita sina egna förklaringar och presentera dessa inför klassen. Om eleverna kommer fram till olika saker kan detta leda till givande diskussioner
5. Om det finns tid så låt gärna eleverna komma fram till och föreslå andra saker de vill undersöka rörande vatten. Då ursprungslaborationen är ganska sluten till sin karaktär (men öppen till sin analys) så kan dessa frågor vara en inledning till ett mer självständigt arbete
6. Sammanfatta slutligen det viktigaste budskapet med laborationen så att de olika delarna knyts ihop
7. Har uppgiften lett till att alla elever fick kunskaper om vatten? Övades de förmågor som var tänkta?

Exempel 5: Hur och varför sjunker kulor olika snabbt i olika vätskor

Detta försök undersöker viskositeten och densiteten på olika vätskor. Det finns många olika försök beskrivna på Internet för hur detta kan testas – detta är ett exempel. Olika vätskor har olika viskositet vilket gör att glaskulor (vanliga spelkulor) faller ned till botten av vätskan olika snabbt. Ju högre viskositet hos vätskan – desto långsammare kommer kulan att falla. Diskutera med eleverna vad detta beror på och låt dem sedan starta laborationen beskriven nedan i grupper om 3-4 elever.

1. Låt eleverna välja ut olika vätskor som de vill testa för hur snabbt en glaskula sjunker till botten
2. Exempel på vätskor kan vara; vatten, matolja, sirap, vinäger och en läskedryck
3. Låt gärna eleverna filma sina försök (eller filma själv) så att du som lärare fångar upp diskussionerna, observationerna och tankarna under den pågående laborationen (gör det även lättare att gå tillbaka till denna vid återkoppling till gruppen eller respektive elev)
4. Låt eleverna i respektive grupp försöka förklara vad resultaten beror på. De kan även, om tid finnes, testa sina slutsatser med ytterligare vätskor
5. Efter slutförd laboration – sammanfatta tillsammans med eleverna vad de kommit fram till

Självvärdering:	Ja/Nej:
Jag kan förklara vad densitet innebär med hjälp av ett exempel	
Jag kan förklara uttrycket "lika löser lika"	
Jag vet hur jag kan ta fram egenskaper hos ett ämne så som dess kokpunkt,	

smältpunkt, samt densitet	
Jag vet vad ytspänning innebär och vad det beror på	
Jag vet vad ”massa per volymenhet” innebär	
Jag kan förklara begreppen ”specifik densitet”	
Jag vet vad SI-enheten för densitet är	
Jag vet hur densiteten är påverkad av tryck och temperatur	
Jag kan ge exempel på hur man laborativt kan mäta densitet	

Referenser;

Anderhag P et al. (2012) “Students choice of post-compulsory Science: In search of Schools that compensate for the socio-economic background of their students”, International Journal of Science Education

Buckley BC och Quellmalz ES (2013) “Supporting and assessing complex biology learning with computer-based simulations and representations”, Models and Modeling in Science Education

Cakci Y och Bayir E (2012) “Developing Children's Views of the Nature of Science Through Role Play”, International Journal of Science Education

Chalouhi GE, Salomon LJ, Fontanges M, Althuser M, Haddad G, Scemama O, Chabot JM, Duyme M, Fries N (2013), J Ultrasound Med, Sep;32(9):1601-5

Dreyer J, Hannay J, Lane R (2013), World Journal Surg, Oct 30

Eldredge JD, Bear DG, Wayne SJ, Perea PP (2013), J Med Libr Assoc, Oct;101(4):244-51

Evans DJ, Zeun P, Stanier RA (2013), J Anat, Sep 30

Fatemeh K, Alavinia SM (2012), J Pak Med Assoc, 2012 Nov;62(11):1184-6

Ferenchick GS, Solomon D, Foreback J, Towfiq B, Kavanaugh K, Warbasse L, Addison J, Chames F, Dandan A, Mohmand A (2013), Teach Learn Med, 25(4):292-9

Fuccia D, Witteck T, Markic S, Eilks I (2012) “Trends in practical work in German Science education”, Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 59-72

Giraoult I et al. (2012), “Characterizing the Experimental Procedure in Science Laboratories: A preliminary step towards students experimental design”, International Journal of Science education

Halliday, M.A.K. (2006). “The language of science”, Jonathan Webster (ed.), Continuum International Publishing

Jidesjö A (2012) “En problematisering av ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik i skola och samhälle – Innehåll, medierna och utbildningens funktion”, Avhandling, Linköpings universitet
<http://www.skolverket.se/skolutveckling/amnesutveckling/nt/2.338/rose-anders-jidesjo-1.82531>

Jönsson A (2010) Lärande bedömning, Gleerups förlag, Malmö

Jönsson, A. (2011). Att bedöma förmågan att genomföra systematiska undersökningar i kemi. I L. Lindström, V. Lindberg & A. Pettersson (Red.), *Pedagogisk bedömning, 2:a uppl.* (sid. 217-231). Stockholm: Stockholms universitets förlag.

Jönsson A, Ekborg M, Lindahl B och Löfgren L (2013) “Bedömning i NO - grundskolans tidiga år”, Gleerup

Keefer M et al. (2013) "The importance of formative assessment in Science and engineering ethics education: some evidence and practical advice", Science and Engineering Ethics

Kennedy D (2012) "Practical work in Ireland: a time of reform and debate", Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 21-34

Kidman G (2012) "Australia at the crossroads: a review of school science practical work", Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 35-47

Lin H et al (2012) "The Role of Emotional Factors in Building Public Scientific Literacy and Engagement with Science", International journal of Science education

Lindberg V och Löfgren R (2011) Vad krävs för godkänt i kemi? Ur Eriksson I, red "Kemiundervisning, text och textbruk i finlandssvenska och svenska skolor – en komparativ tvärvetenskaplig studie". Stockholms universitets förlag

Lundahl C (2011) "Bedömning för lärande"

Mamluk-Naaman R, Barnea (2012) "Laboratory activities in Israel", Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 49-57

Nilsson M (2011), 360framsteg, Skolporten, augusti 2011

Nilsson M, Lundgren P (2013) "The effects of different feedback intervention in chemistry"

Nilsson M, "Förslag på ett förbättringsorienterat arbetssätt med verklighetsnära kemi",
<http://www.krc.su.se/documents/VerklighetsbaseradkemiMN.pdf>

Nilsson M, "Laborationsförslag för att arbeta med salinitet (fokus Östersjön) ur ett formativt perspektiv (öppen laboration)", http://www.krc.su.se/documents/laborationer/Salthalt_öppen_laboration.pdf

Nilsson, Pernilla (2012) "When teaching makes a difference: Developing science teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) through Learning Study", International Journal of Science education (ISSN 0950-0693)

Pugh CM, Darosa DA (2013), Mil Med, Oct;178(10 Suppl):22-7

PISA - <http://www.oecd.org/pisa/>

Sjöstad J (2012) "Sources of Inspiration: The role of significant persons in young people's choice of science in higher education", International journal of Science education

Smetana LK och Bell RL (2012) "Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature", International Journal of Science Education

Smith E, Gorard (2005) "Assessment in education: principles, policy and practice", Assessment in Education 12:1, 21-38

Songer NB och Ruiz-Primo M (2012) "Assessment and science education: Our essential new priority?", Journal of Research in Science Teaching

Sorgo A, Spornjak A (2011) "Practical work in Biology, Chemistry and Physics at lower secondary and general upper secondary schools in Slovenia", Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 11-19

Spandorfer J, Puklus T, Rose V, Vahedi M, Collins L, Giordano C, Schmidt R, Braster C (2013), Anat Sci Educ, Aug 19

TIMMS - <http://timss.bc.edu/>

Tolstrup H, Möller Madsen L, och Ulriksen L (2012) "To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme", International Journal of Science Education

Toplis R, Allen M (2012) "I do and I understand? – practical work and laboratory use in United Kingdom schools", Eurasia J of Math, Sci, Tech Edu, 8(1): 3-9

Wang TL, Berlin D (2010) "Constructing and validation of an instrument to measure Taiwanese elementary students attitude toward their science class" International Journal of Science education, 02:2010

Länkar och tips:

<http://www.larandebedomning.se/>

Detta är Anders Jönssons hemsida som ger flera tips på ett formativt arbetssätt, samt länkar till artiklar, forskningsrapporter och presentationer.

<http://www.bedomningforlarande.se/>

Detta är Christian Lundahls hemsida som liksom Anders Jönsson ger tips och praktiskt handledning för ett formativt arbetssätt.

<http://www.tema.liu.se/tema-v/medarbetare/jidesjo-anders?l=sv>

Här kan information om Anders Jidesjö och hans arbete, t ex avhandlingen från 2012, återfinnas

<http://pedagogstockholmblogg.se/larandebedomning/>

På denna sida ges kontinuerlig uppdatering till olika forskningsrapporter om formativ bedömning, så väl som praktikexempel där olika lärare berättar om och beskriver sin verksamhet.

<http://johankant.wordpress.com/2011/03/04/formativ-bedomning/>

En intressant bloggare som berättar om egna erfarenheter om formativ bedömning, samt ger länkar, tips och information som är mycket användbar

<http://www.teknikochnatur.se/material-html/grundskola-4-6/kemi/Kemin-i-naturen.htm>

Här beskrivs på ett enkelt och överskådligt sätt hur kemin är en del av naturen. Det finns även länkar till "kemin i samhället" och "kemin och världsbilden"

<http://skolbanken.unikum.net/unikum/skolbanken/planering/1164086942>

Denna sida visar ett förslag på hur man kan jobba med kemi i naturen. Sidan ger förslag på ett helt undervisningsmaterial – från frågeställning till bedömning

<http://www.mysciencebox.org/ecology>

Hands-on tips för den äventyrlige läraren med allt från tips till olika frågeställningar till hela lektionsmaterial. Sidan är på engelska men är väldigt lättläst och innehåller många illustrativa bilder

<http://www.skolporten.se/forskning/intervju/forskningen-som-vander-upp-och-ner-pa-no-undervisningen/>

En artikel som beskriver Anders Jidesjös arbete med att förstå ungdomars intresse för naturvetenskapliga ämnen. På denna sida finns även en länk till hans avhandling som fungerar som en bra grund för att förstå betydelsen av verklighetsnära och öppna laborationer. I denna avhandling kan även fler källor hittas rörande detta område.

<http://www.skolporten.se/forskning/intervju/battre-larande-med-oppna-laborationer/>

Öppna laborationer i kemiundervisningen upplevs mer positivt av eleverna trots att det här krävs mer engagemang och tänkande än i de traditionella kokbokslaborationerna. Öppna laborationer ställer också höga kunskapskrav på läraren, konstaterar Berit Kurtén-Finnäs i sin avhandling.

<http://www.lararnasnyheter.se/origo/2010/02/02/roligare-labbar-utan-fardiga-svar>

I öppna laborationer planerar, utför och analyserar eleverna experimenten i grupper – Det är viktigt att göra ett experiment många gånger och att lyckas och misslyckas, säger kemilärare Mona Enlund.

<http://www.lararnasnyheter.se/origo/2010/02/02/tanka-tillsammans-starker-larandet>

Öppna laborationer ger elever möjlighet att utveckla sitt naturvetenskapliga tänkande. Att grupperna får olika resultat kan utnyttjas för klassrumsdiskussioner, säger Berit Kurtén-Finnäs.

<http://kidseducationalwebsites.blogspot.se/2011/01/pbl-examples-of-science-lesson-ideas.html>

En sida som ger många tips på öppna laborationer inom olika kemifält, samt även i biologi och naturkunskap.

<http://encompass.eku.edu/kjectl/vol10/iss2012/6/>

En forskarrapport som beskriver värdet av öppna laborationer. I denna artikel finns även hänvisningar till andra vetenskapliga artiklar som kan fungera som bakgrundsinformation och stöd.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21074/full>

En forskarrapport som analyserar och reflekterar lärarens roll i ett öppet arbetssätt. Bland annat tas frågor som bedömning av ett praktiskt och undersökande arbetssätt.

<http://www.lemshaga.se/groups/lemshagawiki/wiki/ef07a/>

Tips från en skola/lärare om öppna frågor i kemi kopplat till styrdokumentet

<http://www.kemi2011.se/nyheter>

Kemikalendern för kemins år 2011 innehåller tips på frågeställningar och kemiska kluringar

<http://chemistry.about.com/od/everydaychemistry/tp/Chemistry-In-Daily-Life.htm>

En sida där vardaglig kemi beskrivs (på engelska)

<http://www.vetgirig.nu/quiz-19200/Vardagskemi/>

En sida med snabbtest i vardagskemi (riktas främst till grundskolans senare år)

<http://www.plastkemiforetagen.se/for-skolan/Pages/default.aspx>

Plast- och kemiföretagen ger tips på vardagsnära kemi. Sidan har även flera länkar till andra kemidor

<http://chemistry.about.com/od/chemistryactivities/tp/Easy-Science-Projects.htm>

En sida (på engelska) som ger bra och enkla experiment som eleverna kan genomföra hemma eller på skolan

<http://scienceforkids.kidipede.com/chemistry/>

Teman och laborationer för mellanstadiet och uppåt (på engelska)

http://chemistry.about.com/od/gamesquizzes1/Chemistry_Quizzes_for_Kids.htm

En engelskspråkig sida med olika "quizzes" med kemifrågor för barn

<http://www.sciencekids.co.nz/chemistry.html>

Kemiuppgifter och frågor (på engelska) för barn