

# Är det man ser det som sker?

En designbaserad studie av en laboration med elevens perspektiv i fokus

H Danielsson Thorell, C Andersson, A Jonsson & A Holst

*Studien visar att elevers delaktighet och inkludering ökar som en konsekvens av genomtänkta förändringar av en laboration. Resultaten indikerar att det krävs mer än en ytlig betraktelse av laborationen för att upptäcka hur eleverna interagerar och hanterar uppgiften. En laboration som handlar om strålning studerades ur elevers perspektiv, för att få en uppfattning om hur lärarens intentioner realiserades. Laborationstillfällena följdes genom observationer med ljudinspelningar och anteckningar som sedan analyserades. Under studien förändrades designen av laborationen i syfte att skapa ökade förutsättningar för delaktighet och inkludering. Observationerna från ursprungstillfället visade inte många tecken på självständigt agerande. Efter två cykler av analys och förändring styrde eleverna i hög grad själva över hur mätdata samlades in och tolkades.*

**Nyckelord:** laborationer, elevperspektiv, designbaserad metod, agens, övergripande och närliggande syften, didaktiska val, inkludering



Carina Andersson (t v) är lärare i naturvetenskapliga ämnen och matematik och arbetar som förstelärare i grundskolan.

Anders Jonsson är lärare i biologi och kemi och arbetar som förstelärare på gymnasiet.

Helena Danielsson Thorell (t h) är lärare i kemi och matematik, har doktorerat i kemi och arbetar som lektor på gymnasiet.



Andreas Holst är lärare i naturvetenskapliga ämnen och matematik och arbetar som förstelärare i grundskolan.

## Introduktion

I ÖVER HUNDRA ÅR har laborationer givits en central roll i undervisning i naturvetenskap (Kaiserfeld, 1999). Idag är laborationen mer eller mindre en integrerad del i undervisningen och det finns många olika förklaringar till varför laborationer anses vara en viktig del av undervisningen i naturvetenskap. Laborationer används ofta av lärare för att de anses väcka intresse för naturvetenskap. Högström m. fl. (2010) menar att det laborativa arbetet används för att ge eleverna en ökad förståelse av naturvetenskapliga fenomen, fakta och begrepp. Gyllenpalm (2010) gör följande indelning i tre kategorier: eleverna ska lära sig att göra naturvetenskapliga undersökningar, eleverna ska lära sig om naturvetenskapliga undersökningar och eleverna ska lära sig naturvetenskapliga begrepp. Trots den idag mer eller mindre självklara statusen har laborationens funktion diskuterats sedan slutet av 1970-talet då man började ifrågasätta både effektiviteten och betydelsen av laborationer. Det finns, enligt Hofstein och Lunetta (2004), inga forskningsresultat som visar ett tydligt samband mellan lärares upplevelse av laborationens roll och elevers lärande. Bland flera faktorer som ofta hämmar lärande nämns att många laborationer är "kokboksrecept" som eleverna endast följer oreflekterat. Eleverna lär sig då kanske inte det som läraren tror att de lär sig. Ur ett lärarperspektiv kan eleverna förefalla delaktiga men vid en närmare analys visar det sig att eleverna stött på hinder som de inte tar sig förbi (Anderhag m.fl., 2014). Elevers brist på träning i att tänka själva och ta ansvar för sitt agerande i en laborativ situation, leder till att eleverna är mer intresserade av att läraren talar om det rätta svaret, än att de själva kommer fram till ett eget resultat (Andrée, 2007). Intentionen med laborationen tappas lätt bort och den uppfattas istället av eleverna mer som en metod att samla in statistik och bekräfta sann fakta som inte behöver diskuteras (Lewis, 2006).

Utgångspunkten för det här arbetet är vår erfarenhet av att undervisning i de naturvetenskapliga ämnena ofta leder till att elever känner sig exkluderade. Det kan till exempel ta sig uttryck i att ämnena inte uppfattas som engagerande. Även om ämnena upplevs som viktiga för samhället är de sällan något som elever själva vill syssla med i framtiden (Schreiner, 2006). En annan anledning till känslan av exkludering kan vara att ämnena uppfattas som svåra. I arbetet förutsätter vi att känslan av inkludering i en undervisningskontext är kopplad till känslan av förståelse och aktivt deltagande. Om elever inte ges utrymme att aktivt delta och inte känner att ämnet är möjligt att förstå så finns antagligen inte förutsättningar för att nå en inkluderande undervisning. Undersökningen bygger på antagandet att elevers inkludering och delaktighet i det de gör påverkar förutsättningarna för lärande.

## Agens

Ett teoretiskt perspektiv på deltagande, agens, används i det här arbetet för att analysera elevers delaktighet. Begreppet används för att beskriva i vilken utsträckning elever har förväntningar inför, ger riktning åt och har kontroll över sina aktiviteter under en laboration. Inom sociologin handlar begreppet agens om individens oberoende möjlighet att agera och göra egna fria val. Hewson (2010) identifierar tre

egenskaper som ger upphov till agens: avsikter, makt och rationalitet. Människor är målinriktade och agerar med bestämda avsikter. Människor har olika stora möjligheter och resurser vilket ger en del större agens (makt) än andra. Slutligen använder människan sitt intellekt för att göra val och förutspå konsekvenserna av sitt handlande. Under de senaste årens diskussioner om hur man ska få elever mer delaktiga och involverade i naturvetenskaplig undervisning, har agens ibland föreslagits vara synonymt med lärande (Hewson, 2010). I dessa sammanhang ska agens förstås som något som elever åstadkommer (gör) i en situation snarare än något som de äger (har). Agens är en öppen, pågående process som aldrig blir färdig och som ständigt förhandlas. Caiman och Lundegård (2013) använder begreppet agens för att beskriva i vilken utsträckning barn deltar i och har kontroll över sina aktiviteter. Ett tecken på agens är när eleverna ägnar sig åt problem som de själva urskiljer och löser på egen hand. Agens kommer ofta till uttryck i spontana utrop och självständiga handlingar.

### ***Övergripande syften och närliggande syften***

I studien används begreppen övergripande syften och närliggande syften för att kommunicera laborationens mål och skeenden. Övergripande syften avser lärarens syfte med lektionsmomentet och kan handla om förmågor och kunskapskrav som finns uttryckta i styrdokumentet. För att nå det övergripande syftet behöver läraren skapa uppgifter där de närliggande syften som etableras i undervisningen blir kontinuerliga med det övergripande syftet (Johansson & Wickman, 2011). Under en laboration kan laborationsinstruktioner etablera närliggande syften. Närliggande syften, som inte var planerade eller förutsedda av läraren, kan även uppstå under själva genomförandet av laborationen (Anderhag, m.fl., 2014). Om de närliggande syftena inte blir kontinuerliga med det övergripande syftet, finns en risk att eleverna bara får fragmenterad kunskap utifrån de närliggande syftena. Ytterligare en konsekvens kan vara att eleverna helt inriktar sig på att lösa en praktisk uppgift där ingen kontinuitet skapas med det övergripande syftet. Enligt Johansson och Wickman (2011) är en av lärarens viktigaste och svåraste uppgifter att se till att de närliggande och övergripande syftena blir kontinuerliga med elevernas aktiviteter under lektionen.

För att få en inblick i hur laborationen uppfattas av eleverna har elevernas tal och handlingar under ett laborationsmoment studerats, vilket ger ögonblicksbilder av elevernas skolvardag. I det här arbetet undersöks hur förändringar i introduktion och instruktion till laborationen påverkar förutsättningar för elevernas deltagande. Arbetet har fokus på i vilken grad kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften har inverkan på elevernas agens.

De forskningsfrågor som studeras är:

1. Hur skapas förutsättningar för kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften i laborativt arbete?
2. Hur påverkas elevernas möjlighet till agens genom att det skapas förutsättningar för kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften?

## Designbaserad metod

Metoden som används är designbaserad vilket betyder att undervisning utvecklas och prövas utifrån designprinciper i iterativa cykler. Designbaserad forskning utvecklades i början av 2000-talet och togs emot som en praktisk forskningsmetod som kunde överbrygga klyftan mellan forskning och praktik inom utbildningsområdet. Metoden har hittills använts mestadels i småskaliga studier som inneburit förändringar som påverkat enskilda lärare och skolor (Anderson & Shattuck, 2012).

I det här arbetet består en cykel av design, implementering, utförande (laborationsstillfället), renskrivning av transkript, tolkning av transkript, analys och feedback till nästa design. Designbaserad forskning studerar lärande i en specifik kontext genom systematisk design och studier av instruktioner och verktyg (The Design-Based Research Collective, 2003). Jämfört med klassisk experimentell forskning är designbaserad forskning komplex. De designbaserade förändringarna utformas och genomförs sällan eller aldrig perfekt, därför finns det alltid utrymme för förbättringar i nästa cykel av design och efterföljande utvärdering.

I det här arbetet riktas fokus mot elevernas interaktioner med varandra när en viss design av laborationen genomförs. Vi undersöker hur graden av kontinuitet mellan övergripande och närliggande syften påverkas av hur laborationen designas. För att identifiera elevers delaktighet och inkludering används begreppet agens. Målet med förändringarna efter varje cykel beskrivs av designprinciperna:

- Att identifiera och formulera övergripande syfte med laborationen
- Att skapa förutsättningar för kontinuitet mellan närliggande och övergripande syfte

Undersökningen gjordes i samarbete med ett *Science Learning Center (SLC)* i en svensk stad. Samarbetet innebar att en laboration kunde gå igenom flera cykler under en begränsad tidsperiod. *SLC* hade designat utgångslaborationen. Handledaren, en student på en naturvetenskaplig utbildning, ansvarade för genomförandet vid alla laborationstillfällena. Författarna observerade, renskrev och analyserade transkripten. Därefter gjordes omarbetningar (re-design) i samarbete med handledaren och två utvecklingsledare från *SLC*. Laborationen behandlade betastrålning. Varje laborationstillfälle inleddes med en lektion om strålning. Under laborationen användes ett radioaktivt preparat (strontium) som sänder ut betastrålning. Strålningen registrerades med ett GM-rör (Geiger-Müller-rör) kopplat till ett mätinstrument. Aluminiumfolie användes för att begränsa mängden betastrålning. Eleverna skulle undersöka sambandet mellan uppmätt strålningsaktivitet (sönderfall per tidsenhet) och tjocklek (antal lager) av aluminiumfolie. Totalt fem laborationstillfällen har observerats, ett tillfälle för utgångslaborationen (som hade designades av *SLC*), två tillfällen för designcykel 1 och två tillfällen för designcykel 2. Laborationerna utfördes av elevgrupper från olika gymnasieskolor.

Datainsamlingen genomfördes genom fältanteckningar och ljudinspelningar. Vid observationstillfällena valdes en laborationsgrupp ut slumpmässigt genom att den grupp som satte sig närmast observatören följdes. Observatören (en eller i vissa fall

Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

två av författarna) fokuserade endast på den aktuella elevgruppens aktiviteter. Övrig aktivitet i klassrummet noterades endast när det uppenbart berörde den elevgrupp som observerades. Fältanteckningarna renskrevs och ljudinspelningarna transkriberades ordagrant.

Data analyserades sedan utifrån begreppen närliggande och övergripande syften samt agens. De närliggande syftena identifierades genom elevernas faktiska handlingar, som dels har sitt ursprung i handledarens instruktioner och dels uppstår under laborationens gång. De identifierade närliggande syftena kategoriserades efter hur väl de styrde elevernas handlingar mot de övergripande syftena. Tecken på agens analyserades med fokus på elevernas förmåga att ta egna initiativ som ledde dem mot de övergripande syftena. Vid re-designen behölls instruktioner som gav upphov till elevers agens och kontinuitet mot de övergripande syftena.

### ***Utgångslaboration***

De övergripande syften för utgångslaborationen (2013-01-18) som framkom under handledarens introduktion av laborationen, handlade om hur man kan skydda sig mot strålning och om begreppet halveringstjocklek:

- Hur mycket aluminiumfolie behövs det, hur många lager behövs det, för att vi ska skydda oss mot betastrålning?
- Hur mycket aluminium eller bly eller nåt behöver man ha, för att hälften av strålningen ska försvinna?

Det närliggande syfte som etablerades av handledaren under introduktionen av utgångslaborationen handlade om att eleverna skulle notera mätvärden och vika aluminiumfolie så att lagren ökade med två i taget upp till tjugo lager. Längre in i laborationen etablerades ytterligare ett närliggande syfte av handledaren som innebar att eleverna skulle plotta värdena i en graf och använda sambandet för att få fram halveringstjocklek.

### **Introduktion till utgångslaborationen**

Handledaren inledde med en diskussion om hur man kan skydda sig mot alfa-, beta- och gammastrålning och att det inte enbart handlar om vilket material, utan också om mängden material som behövs för att man ska vara skyddad. Därefter talade handledaren om halveringstid och lät en elev förklara detta begrepp, för att genast därpå gå över till halveringstjocklek. Efter att ha visat det radioaktiva preparatet visade handledaren detektorn (GM-röret) och förklarade att det skickar ut en puls varje gång det träffas av en laddad partikel. Pulsen registrerades av ett mätinstrument (sönderfall per tidsenhet). Handledaren gav också en instruktion angående avståndet mellan preparatet och GM-röret. Eleverna ställde upp sin utrustning och justerade avståndet. Handledaren gick runt mellan grupperna och betonade vikten av att inte ändra på avståndet under laborationen.

När alla grupper fått ordning på sin uppställning, fortsatte instruktionen med att tidsintervallet tio sekunder var lämpligt att använda, och sedan följde en genomgång

av vikning: "... kör alla jämna tal mellan, upp till typ tjugi. Så om ni tar två, fyra, sex, åtta, tio, tolv och så vidare". Med detta var introduktionen klar och eleverna påbörjade sina mätningar.

### Laborationstillfälle utgångslaboration

#### *Vika folie och mäta strålning*

I transkriptet nedan har eleverna (E1 och E2) kommit till den åttonde och tionde vikningen.

1. E2: Jag viker ner här.  
*Mätning*
2. E1: 323 (*avläsning*)  
*E2 tar folien för att vika igen.*
3. E2: Ska jag vika ner så här igen eller?
4. E1: Mmm.
5. E2: Blir det rätt då eller?
6. E1: Nä.
7. E2: Det här är två extra.
8. E1: Ja.
9. E2: Då faller jag upp den här ...
10. E1: Ja, det är bra.
11. E2: Är du säker på att det är rätt nu?
12. E1: Mm, jag tror det.

Här ser vi att ett närliggande syfte blir att *vika folie*. Eleverna är inte helt säkra på att den tionde vikningen stämmer (rad 11–12).

E1 trycker på knappen och startar mätningen

13. E1: Va konstigt, det går upp. (*mätvärdet är högre än efter förra mätningen*)
14. E2: Ska vi göra igen?
15. E1: Ja, vi gör det.
16. E1: Blev er mer? (*vänder sig med frågan till gruppen vid bordet bredvid*)
17. E: Mm. (*från bordet bredvid*)
18. E1: Det blev vår också.

*Ny mätning*

19. E1: Nä, men inte nu, men gu va konstigt.
20. E2: Men då tar vi det här värdet.

Det avvikande mätvärdet gav upphov till en tvekan (rad 13–18). Eleverna litade inte på det första mätvärdet, eftersom det inte var lägre än det föregående.

Längre fram i laborationen upprepade sig problemet med att vika och hur man skulle förhålla sig till ett mätvärde som inte stämde med det förväntade. Vi ser att samma situation som uppstod på rad 13 återkommer (rad 29 och 39). Eleverna hade nu kommit till den vikning där de skulle ha tjugo lager aluminiumfolie.



Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

21. E2: Två, fyra och så behöver vi fem till.  
 22. E2: En, två, tre, fyra, fem, men det ÄR ju fem.  
 23. E1: Ja, vänta.  
 24. E2: Men kolla: en, två, tre, fyra, fem. Ser du?  
 25. E1: Okej, jag förstår mig inte på sånt här.  
 26. E1: Jag börjar. (*startar mätningen*)  
 27. E2: Varför blir det så här?  
 28. E1: Vadå?  
 29. E2: Det är ju mer.  
 30. E1: Just det.  
 31. E2: Ska vi dubbelkolla?  
*E2 kollar vikningarna igen. Viker upp och viker om.*  
 32. E2: Kolla nu är det ju fyra, en, två, fyra. Nu är det ju dubbelt.  
 33. E2: Och så tre, fyra, fem.  
 34. E1: (*fniss*) Okej, jag förstår inte.  
 35. E2: Hur många skulle vi ha?  
 36. E1: Tjugo.  
 37. E2: Ja, och vi hade fyra, så det blev fyra gånger fem, tjugo.  
 38. E2: Nu provar vi igen.  
*Ny mätning och ett resultat som eleverna förkastar eftersom det är för högt.*  
 39. E2: Va fan!  
 40. E2: Vik på något annat sätt.  
 41. E1: Okej. (*fniss*).  
 42. E1: Väldigt svårt. Fyra plus fyra, nej.  
 43. E2: Jo.  
*En annan elev undrar varför de inte bara gör "så här".*  
 44. E1: Okej, vi gör så.  
*E2 har tagit över vikningen igen.*  
 45. E1: Nej inte så där, vi ska vika så här.  
 46. E2: Ja, hur gör dom då?  
 47. E1: Kolla, och så viker vi bara så här, sju, åtta, nio, tio och så över där.  
*Ny mätning*  
 48. E1: Nu!  
*Nytt mätvärde, som denna gång är lägre än det de fick vid 18 vikningar.*  
 49. E2: Ja.  
 50. E2: ska vi fortsätta?

I transkriptet ovan litade eleverna varken på sina vikningar eller på sina mätvärden. Eleverna litade inte heller på sig själva (rad 25 och 34). De vek om och mätte om tills de fick ett resultat som stämde med vad de förväntade sig (rad 48–49), det vill säga ett värde som är lägre än det de fick vid mätningen av arton lager aluminium. De närliggande syftena att vika och mäta handlade helt om att vika och mäta "rätt". Elevernas strävan att hela tiden få ett värde som var lägre än det föregående, styrde dem bort

från möjligheten att upptäcka att sambandet mellan antal lager aluminiumfolie och mängd strålning är exponentiellt avtagande.

I samband med en kortare genomgång där handledaren visade vilken form kurvan borde få ritade eleverna upp axlarna och plottade sina värden.

51. E2: Fast vår är ju mer eller mindre rak.
52. E1: (*fniss*)
53. E1: Men det är bara för, vi fortsatte ju inte.
54. H: Skalorna är ju helt olika. Ni zoomar ju liksom ni.
55. E2: Den är ju typ rak ändå.

Eleverna ser ett linjärt samband, det kan bero på elevernas val av skala men framförallt påverkas resultatet av deras konsekventa urval av mätvärden.

#### *Halveringstjocklek*

Handledaren visade hur man kunde välja värden på y-axeln (t.ex. 200 Bq och 100 Bq) för att få fram halveringstjockleken (som antal lager aluminium) på x-axeln.

56. E2: Men vi kom ju aldrig till hälften!
57. H: Ni kom aldrig till hälften? Det var väldigt skumt.
58. E: Vi kom inte heller till hälften.
59. E1: Vi kollar här.

Med hjälp av grafen fick eleverna fram att de borde fått ett halverat värde vid tjugofyra lager aluminium och nu ville de testa detta.

60. E2: Vi har tolv här, tjugofyra, så testar vi.
61. E2: Fast, nu har vi ju ändrat den. (*syftar på GM-röret*)
62. E1: Hm, inte jag. Kör bara.
63. E1: Etthundrafyrtifyra. (*mätvärde*)
64. E1: Men vadå, vad skulle det bli då?
65. E2: Hundraåttiofyra.
66. E1: Det är typ samma.
67. E2: Gör det en gång till.

#### *Mäter om*

68. E1: (Hundra)fyrtiofem här.
69. E1: Vi ska sluta nu.
70. E1: Har ingen grupp fått rätt?
71. E2: Nä.
72. E1: Aha, intressant! (*höjda ögonbryn*)

Elevgruppen fick aldrig ett värde som var hälften av startvärdet, så de kunde därför inte följa handledarens anvisning, utan gjorde istället en ny mätning.

Laborationen avslutades med att handledaren samlade ihop klassens resultat och uttryckte förvåning över att flera grupper inte kom ned till hälften.

73. H: Fick nån grupp ett mätvärde?



Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

74. E: Vi fick arton.
75. H: Det brukar bli mellan 14 och 18. Det var därför jag sa att ni skulle hålla på till 20. Så jag är väldigt förvånad att ni inte ens kommer ner till hälften.
76. E1: (*Skratt*)
77. H: Men sånt händer. Det varierar lite. Men nu vet ni i alla fall hur ni ska göra.
78. H: Om man vill halvera mängden strålning ska man alltså vira in sig i tjugo lager aluminiumfolie.
79. H: Några frågor på det här?  
*Tystnad*
80. H: Alla har förstått allting.  
*Tystnad*

Under laborationen försökte eleverna följa instruktionerna och göra "rätt", men de hade svårt att nå det "förväntade" resultatet.

### Sammanfattande analys av utgångslaborationen

Under laborationen försökte eleverna följa instruktionerna på "rätt" sätt. Deras fokus låg på att vika "rätt" och att få "bra" mätvärden. De gjorde om alla mätningar som gav ett värde som var högre än det föregående och fick på så sätt fram ett nära nog linjärt samband mellan strålningsmängden och antalet lager. Deras samtal under laborationen kretsar kring antal lager aluminiumfolie och mätvärden, men inga ämnesrelaterade ord, till exempel strålning eller becquerel, används. Ingen diskussion om metod förekom och inte heller några försök att på egen hand dra slutsatser med utgångspunkt från resultaten.

Ingenting i transkriptet från utgångslaborationen tyder på att eleverna har utvecklat förståelse för begreppet halveringstjocklek, som var ett övergripande syfte. Möjligt förstår eleverna hur man kan skydda sig mot betastrålning, vilket var det andra övergripande syftet, men det är inget de har fokus på i samtalen. Eleverna var sysselsatta med de närliggande syften som framkom under introduktionen av laborationen: "Vika aluminiumfolien så att lagren ökar med två i taget – alla jämna tal upp till 20" och "notera mätvärden". Ungefär hälften av tiden under laborationen ägnades åt att försöka vika aluminiumfolien så att vikningen ökade med exakt två lager i taget. Eleverna ägnade också mycket tid åt att "notera mätvärden" eftersom de inte accepterade de, enligt dem, avvikande värdena och därför ofta mätte om. Det närliggande syftet som framkom under sammanfattningen av laborationen: "plotta värdena i en graf och använda sambandet för att få fram halveringstjocklek" uppnåddes inte eftersom elevernas graf inte beskrev sambandet på ett korrekt sätt. De närliggande syftena som uppnåddes blev inte kontinuerliga med de övergripande syftena, "Skydda sig mot strålning" och "halveringstjocklek".

### **Designcykel 1**

Efter analys av transkriptet från utgångslaborationen omarbetades laborationsinstruktionen och introduktionen av laborationen. Gruppen bestod av handledaren,

två utvecklingsledare och två författare. Analysen gav att eleverna ägnade opropor-tionerligt mycket tid på att vika aluminiumfolien ”rätt” och att mäta ”rätt”. De hade tydliga svårigheter att sammanställa mätdata och att formulera en slutsats.

Nya övergripande syften identifierades med intentionen att de skulle fungera i förhållande till laborationsinstruktionen och det som, enligt handledaren och ut-vecklingsledarna, var det ursprungliga målet med laborationen: Att eleverna skulle kunna tolka det matematiska sambandet mellan antal aluminiumlager och strål-ningsmängd, samt att eleverna skulle få inblick i begreppet strålsäkerhet.

Övergripande syften för laborationen i designcykel 1:

- Eleverna ska få förståelse för det matematiska sambandet mellan begreppen halveringstjocklek och halveringstid
- Eleverna ska få förståelse för hur man kan skydda sig mot strålning

Laborationsinstruktionen till laborationen i designcykel 1 är i princip oförändrad jämfört med utgångslaborationen:

- Vika aluminiumfolien så att lagren ökar med två i taget och mäta hur mycket betastrålning som går igenom.
- Sammanställa mätdata i en graf och dra en slutsats om sambandet mellan antalet lager och strålningsmängden.

På SLC hade man sedan tidigare använt färdiga underlag till grafer. Tanken med att föra in värdena direkt i en graf, var att eleverna lättare skulle acceptera sina mätvärden och att de därigenom skulle få möjlighet att se grafen växa fram och då förhopp-ningsvis även upptäcka att den blir exponentiell. En förändring jämfört med utgångs-laborationen, var att handledaren under introduktionen av laborationen i designcykel 1 skulle förklara att mätvärden i sig inte kan vara ”rätt eller fel”. Dessutom betonade handledaren att alla samband inte är linjära. För att undvika att eleverna fastnade i hur de ska vika aluminiumfolien, visade handledaren hur detta enkelt kunde göras.

### Introduktion till laborationen i designcykel 1

Under introduktionen av laborationen i designcykel 1 tog handledaren upp följande:

- Vad är en laboration?  
*Handledaren understryker att man ska lita på sina resultat eftersom mätvärden i sig varken är rätt eller fel.*
- Presentation av hur laboration ska genomföras.  
*Handledaren visar hur mätinstrumentet fungerar och visar också tydligt hur man gör för att vika aluminiumfolien.*
- Mätvärden skrivs upp och förs in direkt i en graf.  
*Eleverna får ett färdigt underlag till grafen men för själva in storheter och enhe-ter på axlarna. Eleverna uppmanas att pricka in mätvärdena med bläck och att vänta med att anpassa grafen. Handledaren påpekar att alla samband inte är linjära.*

Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

### Laborationstillfällena i designcykel 1

I designcykel 1 genomfördes samma laboration vid två tillfällen av två gymnasieklaser (den ena på förmiddagen och den andra på eftermiddagen den 6 mars 2013).

Vid introduktionen fick eleverna frågan om hur många lager aluminiumfolie man skulle behöva vira in sig i för att halvera mängden betastrålning. En elev svarade att man skulle behöva 200 lager för att stoppa all strålning och en annan elev sa att det behövdes tre–fyra lager för att halvera mängden strålning.

81. H: Om vi dubblar till åtta varv – hur mycket kommer igenom då?
82. E: 25 procent.
83. H: Det är alltså inget linjärt samband, för då skulle ju allt vara borta. (Transkript 2013-03-06 fm)

I eftermiddagsgruppen leder frågan till följande resonemang då en elev föreslog att man skulle vira in sig med ett varv folie.

84. H: Ett varv ... Det är för lite kan jag säga. Det behövs några mer.
85. H: Vi kan dra till med fem stycken. Om fem varv halverar ... Fem lager halverar mängden.
86. H: Vad händer om man tar tio lager?
87. E: Halverar igen.
88. H: Halverar igen precis. Du har hälften och så försvinner hälften igen så en fjärdedel kommer ut. Vad betyder det?
89. E: Man kan aldrig skydda sig helt.
90. H: Du kan aldrig skydda dig helt.
91. E: Det blir ett gränsvärde.
92. H: Precis, ett gränsvärde som går mot noll. Det är en exponentialkurva alltså inte linjärt. (Transkript 2013-03-06 em)

Vid båda laborationstillfällena lyfte handledaren, som en förändring från utgångslaborationen, att sambandet inte är linjärt. Tankesteget som görs på rad 81–83 och rad 85–87 är stort och risken är att alla elever inte uppfattade hur mängden strålning påverkas av antal lager aluminiumfolie, och därmed lätt missar vad som menas med en exponentiellt avtagande kurva eller begreppet gränsvärde.

Varje laborationsgrupp fick ut ett rutat papper med utritad x- och y-axel. De fick reda på att de skulle mäta på två aluminiumlager i taget och att de skulle börja på noll. Handledaren visade också hur folien kunde vikas. Eleverna skulle mäta upp till minst 20 lager och markera antalet lager på x-axeln. Skalan skulle eleverna själva bestämma, men de uppmanades att ställa in preparatet så att första värdet blir ”upp mot 400”. Handledaren har etablerat de närliggande syftena ”att vika aluminiumfolie så att lagren ökar med två i taget”, ”att mäta” och ”att plotta värden”.

#### *Avvikande värden*

I en av de observerade laborationsgrupperna gjordes en första mätning för att få ett maxvärde på y-axeln. Det var inte helt problemfritt för eleverna att bestämma skalan, E<sub>2</sub> markerade nollan en ruta in på x-axeln, E<sub>3</sub> undrade om den inte borde vara vid y-

axeln, men E2 ville inte ändra och sa att det väl inte spelade någon roll. De enades om att det fick vara tomt på första rutan och slog på mätutrustningen.

93. E3: Nu är det fyra. (*lager aluminium*)  
*Arbetar under tystnad. Mätvärde: 360. E2 markerar. E3 viker. Ny mätning igen.*
94. E2: VA? (382)
95. E1: Vi gör om den!
96. E3: Två, fyra, sex.
97. E1: Håll ner den. (*syftar på aluminiumfolien*)
98. E2: Ja, det blev mindre (353) (Transkript 2013-03-06 fm)

Trots att handledaren vid introduktionen betonade att ett mätvärde inte i sig kan vara felaktigt och att eleverna skulle ta med alla resultat, förkastade gruppen det första värdet de fick vilket var högre än det föregående. Föreställningen om att ett mätvärde kan vara rätt/fel eller bra/dåligt återfinns även på flera andra ställen i transkripten.

99. E3: Då tar vi åtta.  
*Mätning*
100. E1: 312.  
*Ny vikning. Att vika aluminiumfolien vållar inga problem.*
101. E2: Vad var det?
102. E1: 312. Nu var det 317
103. E2: Det blir mer. Det är jätteknasigt.
104. E1: Men (*handledaren*) sa ju att det kunde bli så.
105. E3: Ska vi låta det va?
106. E2: Ja. 317 på åtta. (*prickar in värdet*) (Transkript 2013-03-06 fm)

När nästa värde som avvek från det eleverna förväntade sig, dök upp, så valde gruppen att behålla värdet, men de betraktade det som ett "jätteknasigt" värde (rad 103). Det var tydligt att det var på grund av att handledaren sa att det "kunde bli så" (rad 104), som de behöll mätvärdet (rad 105–106). Under resten av laborationen använde eleverna de mätvärden de fick, men de reagerade negativt på värden som var högre än det föregående.

107. E1: 334.
108. E3: Noä!
109. E2: Den går ju upp och ned. (Transkript 2013-03-06 fm)

Värt att notera är att bortsett från det första exemplet ovan, så behöll eleverna sina värden och accepterade dem motvilligt (rad 112).

110. E2: Sex lager.
111. E1: Nu minskar det 399.
112. E1: Det var en dålig minskning. (Transkript 2013-03-06 em)

*Vi testar om vi kan komma ned till noll*

Eleverna i transkriptet nedan har fokus på att komma ner till halva startvärdet.

Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

113. E1: 219.  
 114. E3: Blir inte det halva?  
 115. E1: Va?  
 116. E3: Var inte det halva?  
 117. E2: Precis.  
 118. E1: Vad var det? Vi hade 438 från början.  
 119. E2: Mm.  
 120. E1: Det blir typ hälften.  
 121. E3: Är vi klara då?  
*Eleverna kollar sina telefoner*  
 122. Medföljande lärare: Är ni färdiga?  
 123. E2: Ja. (Transkript 2013-03-06 fm)

Handledaren sa åt gruppen att fortsätta och göra några mätningar till. De fortsatte att mäta och pricka in värden så långt som x-axeln räckte. När eleverna inte hade utrymme för fler mätvärden i sitt diagram hände något intressant. Eleverna fortsatte att vika och mäta, fast nu utan krav på att göra "rätt".

124. E2: Nu tog den slut (x-axeln).  
 125. E1: Vi kan skriva ner.  
 126. E3: Alltså om vi viker den så nu.  
 127. E1: 152. (*mätvärde*)  
*E3 viker en gång till.*  
 128. E1: Nu blev det mer, 169 (Transkript 2013-03-06 fm)

Den här gången konstaterade eleverna bara att mätvärdet blev högre (rad 128), utan att lägga någon värdering i detta.

129. E3: Prova och vik den på mitten och se vad som händer.  
 130. E1: Hur många är det här?  
 131. E3: Jag tror att det är 64. (*lager*)  
 132. E1: 68! (*mätvärde*)  
 133. E1: Hur många lager blir det nu? Hundratjugo ...?  
 134. E3: Nä, det här är ju fortfarande 24, eller vad säger jag, 22.  
 135. E1: Det är 64 plus den här.  
 136. E3: 64 plus 22, 86 (*lager*). (Transkript 2013-03-06 fm)

Eleverna vek nu som de själva ville och mätte för att se om de kunde komma ner till noll.

137. E1: Nu nuddar jag snart den där grejen. (*GM-röret*)  
 138. E3: Så tjock den är. (*aluminiumfolien*)  
 139. E1: Tre! Näää ... (*värdet stiger långsamt*)  
 140. E3: Nej det är mer, hur mycket blev det förra gången?  
 141. E1: 28.  
 142. E1: Nu blir det 130. (*lager*)

143. E3: Sista chansen.  
 144. E1: Okej.  
 145. E1 och E3: Sju, åtta, nio, tio, elva, nej, 15.  
 146. E1: Jag kan skriva.  
 147. E3: Vi testar igen. (Transkript 2013-03-06 fm)

Eleverna blev här avbrutna för en genomgång. Även under eftermiddagspasset fanns inslag av att eleverna gjorde egna mätningar utanför det rekommenderade antalet lager folie. Under både förmiddags- och eftermiddagspasset så avbröts dessa aktiviteter av handledarens genomgång.

#### *Hantera mätvärden*

Vid slutet av laborationen förklarade handledaren att man kan läsa av antalet lager vid till exempel 400 och 200 (Bq) och sen vid ytterligare ett par ställen för att där-efter ta medelvärdet av skillnaden för att få fram ett värde på hur många lager som behövdes för att halvera strålningen. I den här sekvensen behandlar handledaren sambandet så att det kan uppfattas vara linjärt.

148. E3: Här är 400. (*på y-axeln*)  
 149. E1: Mm.  
 150. E1: Nä, vänta, det är lite innan.  
 151. E1: 1,75, nej 2,75, nej, vänta... 1,75. (*läser av x-axeln*)  
 152. E3: Ja.  
 153. E1: Skriver vi här nere.  
 154. E2: Vad gör vi nu?  
 155. E3: Först tar man 400, sen ser man vid strecket här nere.  
 156. E1: Nej, det var jättejobbigt.  
 157. E3: Där! Exakt.  
 158. E1: 27. (*läser av värdet för 200 Bq*)  
 159. E3: 28, ja men det var ungefär.  
 160. E3: Nu skulle vi taaa?  
 161. E1: Alltså, vi skulle göra en likadan; eller?  
 162. E3: Vi skulle ta skillnaden. (Transkript 2013-03-06 fm)

Transkriptet avspeglar en osäkerhet hos eleverna, om vad de skulle göra. De var åter inne på att följa en instruktion på "rätt" sätt och de gav uttryck för ett motstånd mot uppgiften (rad 156). I det fortsatta transkriptet ser vi återigen elevernas önskan att göra "rätt" utan att egentligen veta vad de sökte.

#### **Sammanfattande analys av designcykel 1**

Analysen av transkripten från de två olika laborationstillfällena visar samma mönster, eleverna i de olika grupperna hanterade uppgiften på ett liknande sätt. Vid laborationerna i designcykel 1 vållade vikingarna inget problem, instruktionen innan laborationen hade uppfattats, och även om gruppen reagerade negativt på värden



Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

som avvek från det förväntade, så valde de att behålla dessa värden, bortsett från första gången detta inträffade. Flera av de etablerade närliggande syftena uppnåddes men fokus låg fortfarande på att göra ”rätt” och följa laborationsinstruktionen. När eleverna ansåg sig vara färdiga med laborationen började de arbeta mer kreativt och lustfyllt, de började ”testa om de kunde komma ned till noll”. I de här delarna av transkripten blandas elevernas samtal med skratt och ingivelser i mycket högre grad än i de delar av transkripten där eleverna försöker göra mätningar enligt instruktionerna.

Eleverna fick hjälp av handledaren att tolka hur många aluminiumlager som behövdes för att stoppa hälften av mängden strålning, men ingenting i transkripten från laborationerna i designcykel 1 tyder på att eleverna har fått förståelse för det matematiska sambandet mellan begreppen halveringstjocklek och halveringstid, vilket var det första övergripande syftet. Eleverna såg att antalet lager av aluminiumfolien påverkade strålningsmängden och förstod möjligen hur man kan skydda sig mot betastrålning, vilket var det andra övergripande syftet.

### ***Designcykel 2***

Efter analys av transkripten från laborationen i designcykel 1 omarbetades laborationen igen av en grupp bestående av handledaren, två utvecklingsledare och författarna. Analysen visade att eleverna inte på egen hand närmade sig de övergripande syftena trots att flera av de närliggande syftena som etablerades uppnåddes. Vidare såg vi att elevernas fokus och engagemang ökade avsevärt när de inte längre följde några laborationsinstruktioner. Diskussionen som följde på analysen gav att de övergripande syftena från laborationen i designcykel 1 (eleverna ska få förståelse för sambandet mellan begreppen halveringstjocklek och halveringstid, samt att eleverna ska få förståelse för hur man kan skydda sig mot strålning) inte var möjliga att nå för eleverna. Frågan väcktes om de här övergripande syftena ens var eftersträvansvärda. Transkripten visade att eleverna visserligen agerade enligt laborationsinstruktionerna, de blev elevernas närliggande syften, men att det inte innebar att eleverna närmade sig de övergripande syftena. Förändringarna i designcykel 1 hade inte lett till att de närliggande syftena blev kontinuerliga med de övergripande syftena. Inför nästa förändring insåg gruppen att det som var eftersträvansvärt, elevernas eget ansvarstagande och deras förmåga till att självständigt undersöka, endast förekom när eleverna inte längre följde anvisningarna. En större revidering av de övergripande syftena blev nästa steg.

Förmågorna (målen) i ämnesplanerna är de övergripande syften som fysikundervisningen på gymnasiet ska leda till. Målen i ämnesplanen i fysik har ett helt annat fokus än de övergripande syften som hittills använts. Begrepp som ”halveringstid” återfinns som en liten del av det centrala innehållet men inte som mål i sig själv. Enligt ämnesplanen ska begreppen leda till målen, det vill säga att det centrala innehållet används för att eleverna ska erhålla vissa färdigheter. Att använda begrepp som övergripande syfte är därför inte möjligt. Följaktligen baserades nästa designförändring inte bara på de två designprinciperna utan också på följande de-

lar ur ämnesplanen för fysik Gy11:

- *Undervisningen i ämnet fysik ska bland annat ge eleverna förutsättningar att utveckla följande: Förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt förmåga att hantera material och utrustning.*
- *Ur centralt innehåll Fysik 1a och Fysik 1b: Radioaktivt sönderfall, partikelstrålning. Strålsäkerhet.*

Övergripande syften för laborationen i designcykel 2:

- Eleverna övar förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt förmåga att hantera material och utrustning, genom att använda begrepp som radioaktivt sönderfall, partikelstrålning. Eleverna får kännedom om strålsäkerhet.
- Eleverna undersöker och redovisar sambandet mellan mängden betastrålning och antalet lager aluminiumfolie mellan strålkälla och detektor.

Laborationsinstruktionerna till laborationen i designcykel 1 skrevs om med syftet att skapa förutsättning för kontinuitet mellan de närliggande syften som etableras genom laborationsinstruktionerna och de ”nya” övergripande syftena. Laborationsinstruktionerna till laborationen i designcykel 2 blev därmed på ett sätt öppnare än i de föregående laborationerna:

- Vika aluminiumfolien och mäta hur mycket betastrålning som går igenom.
- Sammanställa mätdata och dra en slutsats om sambandet mellan antalet lager och strålningsmängden.

Däremot hade introduktionen till laborationen i designcykel 2 mycket tydligare ramar jämfört med introduktionen till laborationen i designcykeln 1. För att eleverna skulle kunna ta ansvar för sin metod och sina mätningar måste de få insikt i hur betasönderfall alstras och hur det mäts, därför skulle handledaren, noggrannare än i de föregående introduktionerna, gå igenom hur strålningskälla och detektor fungerar. Hantering av ”avvikande” mätvärden vållade inte eleverna några större problem under laborationen i designcykel 1 så betoning på att mätvärden i sig inte kan vara ”rätt eller fel” och påpekandet att eleverna kan lita på sina resultat var kvar i introduktionen. För att eleverna skulle ta initiativ och utnyttja laborationstiden gav handledaren eleverna en tydligare uppgift. De skulle undersöka sambandet mellan mängden betastrålning och antalet lager aluminiumfolie mellan strålkälla och detektor. Handledaren var tydlig med att eleverna skulle hinna planera, genomföra samt kortfattat redovisa inom tiden för laborationen.

### **Introduktion till laborationen i designcykel 2**

Under introduktionen av laborationen i designcykel 2 tog handledaren upp följande:

- Demonstrera mätutrustningen.  
*Handledaren förklarar hur betastrålningen alstras i strålkällan och hur den detekteras i GM-röret. Handledaren visar hur betastrålningen påverkas av alumini-*

*umfoliens och strålkällans placering i förhållande till GM-rör.*

- Understryka att mätresultat inte kan värderas och att alla mätvärden ska beaktas  
*Handledaren understryker att man ska ta med alla resultat eftersom mätvärden i sig varken är rätt eller fel.*
- Presentation av uppgiften  
*Eleverna får veta att de ska undersöka och redovisa sambandet mellan mängden betastrålning och antalet lager aluminiumfolie mellan strålkälla och detektor. Handledaren påminner eleverna om att planera sitt experiment innan de börjar samt att de har cirka en halvtimme på sig att göra själva mätningarna.*
- Efter genomförda mätningar  
*Varje grupp redogör kortfattat för sin metod och sina resultat (max 2 min per grupp).*
- Sammanfattande teorigenomgång

### Laborationstillfällen i designcykel 2

I designcykel 2 genomfördes laborationen av två gymnasieklasser vid olika tillfällen (2013-03-24 och 2013-03-30).

Handledaren inledde med en kort introduktion av strålningsformerna. Handledaren förklarade att eleverna skulle undersöka sambandet mellan mängden betastrålning och antalet lager aluminiumfolie. En skillnad jämfört med de två föregående laborationerna, var att handledaren hade en grundligare genomgång av hur mätutrustningen fungerade. Handledaren lät klassen samtala om hur betastrålningen skapas och vad som blir kvar av en atom efter ett betasönderfall och hur det i sin tur förklarar blandningen av ämnen i preparatet. Vidare påpekade handledaren att sönderfallet sker slumpmässigt, att man bara vet att det kommer att ske med en viss sannolikhet, men att man inte kan bestämma exakt när det sker. Handledaren visade detektorn (GM-rör) och förklarade att det skickar ut en puls varje gång det träffas av en laddad partikel (negativ eller positiv). Instrumentet kunde mäta antalet sönderfall under en eller tio sekunder. Handledaren sa att eleverna själva fick välja tidsinställning. Vid den här laborationen överläts åt eleverna att bestämma hur aluminiumfolien skulle vikas och hur resultatet skulle sammanställas. Vid introduktionen av laborationen i designcykel 2 den 24 mars 2013, förde handledaren in ytterligare ett närliggande syfte, nämligen att pröva hur olika variabler påverkar den detekterade strålningen: "Flytta runt lite och se hur avstånd, vinkel, höjd och såna saker påverkar, om det spelar någon roll."

### Metoddiskussioner

De observerade grupperna började genast testa sig fram och justerade sin metod efter hand.

163. E1: Vi tar ett tunt lager först.
164. E2: Vi måste ju mäta först utan. (*aluminium*)
165. E1: Det var ju 13 per sekund.

166. E2: Ja, men den är så här.  
 167. E2: När vi testade 1 s så var det 13, sen var det ju 210. *(på 10 s)*  
 168. E1: Nä, 260 tror jag.  
 169. E2: Okej.  
 170. E2: Nu är det 22.  
 171. E1: Vi får uppskatta nånting.  
 172. E2: Ska vi ta medianen?  
 173. E1: Ja vi kan prova några till då, ta några resultat så tar vi medianen på det. *(Transkript 2013-04-24)*

Av transkriptet ovan framgår att eleverna förde ett samtal om metoden, samtidigt som de testade den. De gjorde en viktig urskiljning ”Vi måste ju mäta först utan” (rad 164). Eleverna mätte strålningen utan aluminium och prövade två olika mätområden, en sekund respektive tio sekunder. Att värdena varierade var inget de reagerade på, utan konsekvensen blev att pröva några gånger och sen ta medelvärdet av resultaten. *(I transkriptet ovan säger de ”median”, men i praktiken beräknade de medelvärdet och rättade sig själva längre fram i laborationen.)*

Mot slutet av laborationen, när eleverna hade gjort sina mätserier för ett bestämt avstånd mellan preparat och detektor, samtalade de om hur de skulle hantera andra variabler.

174. E1: Ja, men med åtta och så ändrar vi, så provar vi fast med en annan vinkel då, en annan längd ifrån eller nåt sånt där.  
 175. E1: Ska vi ta ett lager, eller ska vi ta fyra lager eller åtta lager?  
 176. E3: Ja vet inte, jag tycker vi ska börja med ett lager.  
 177. E2: Är det här verkligen nödvändigt?  
 178. E1: Ja, för att se skillnad.  
 179. E1: Vi kan ju vrida på den här också. Så här typ. *(E1 vrider preparatet och ändrar avståndet)*  
 180. E2: Men nu har vi ju inte samma avstånd, då kan vi inte jämföra med den här. *(syftar på den första mätserien)*  
 181. E1: Nä ... men hur ska vi göra?  
 182. E3: Det räcker väl med avståndet. *(Transkript 2013-04-24)*

Eleverna var inte säkra på hur de skulle gå vidare, men urskiljningarna som de gjorde – ”jag tycker vi ska börja med ett lager” (rad 176), är det verkligen nödvändigt, ”ja, för att se skillnad” (rad 178). På rad 179–181 resonerar E1 och E2 om ifall de ska ändra avståndet och E3 konstaterar ”det räcker väl med avståndet” (rad 182) – visar att eleverna agerade i linje med ett närliggande syfte: att ta reda på hur olika variabler påverkar den detekterade strålningen.

#### *Avvikande värden*

Eleverna gjorde bland annat mätningar under en sekund med fyra lager aluminium mellan preparatet och detektorn.

183. E1: 32 är vi nere i.

Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

184. E1: 41, 33, 34, så det verkar vara en avvikelse där vid 40. (Transkript 2013-04-24)

De fyra mätningarna gick snabbt och ingen i gruppen reagerade på att värdena varierade lite, men det som stack ut mest blir kallat "en avvikelse" (rad 184), men räknades inte bort.

En ny mätserie med tio sekunder istället för en sekund, gav också avvikande värden.

185. E1: Kan det påverka att den lutar litegrann så här?

186. E2: Det är väl att det är ojämnt och så, men vi har ju kört ... det är omöjligt att få fel mätvärde. (Transkript 2013-04-24)

Av rad 185 och 186 ser vi att eleverna sökte efter en förklaring till sina avvikande värden, men de konstaterade att mätvärden i sig inte kan vara fel.

187. E1: 37 är vi nere i nu.

188. E1: 45, 37, 44 och 41.

189. E2: Asså det är ju högre nu.

190. E1: Det är ju högre, ja alltså.

191. E1: 10 sekunder då.

192. E1: Det borde ju va ungefär samma, den räknar ju ändå 40 partiklar per sekund, så det borde va samma.

193. E2: Mmm.

194. E2: Alltså det är sjukt.

195. E1: 390.

196. E2: Det är högre än förra gången. (Transkript 2013-04-24)

Eleverna reagerade – "alltså det är sjukt ... det är högre än förra gången" – när de fick värden på åtta lager som är högre än vad de hade på fyra lager, men eleverna accepterade de värden de fick. De mäter inte om och förkastar inte heller några värden. I kontrast till föregående designcykler så uppfattade eleverna inte "avvikande" värden som mätfel.

#### *Ämnesrelaterade ord*

Gruppen undersökte vad som hände med mätvärdet när de minskade avståndet mellan preparatet och detektorn. En elev (E2) sköt preparatet så nära detektorn som det gick.

197. E2: Om dom här hålen är emot varann?

198. E2: Testa!

199. E1: Nu är vi uppe vid 154 per sekund. (Transkript 2013-04-24)

Vi ser att E1 använde en enhet för mätetalet vid resultatet på rad 199 liksom på rad 165, men oftast nöjde sig eleverna med att endast säga mätetalet när de läste av sina resultat. Ibland blev det mer tydligt att eleverna visste vad de mätte även om de inte använde enheten becquerel. Vid ett tillfälle (rad 192) sa E1 "den räknar ju ändå 40

partiklar per sekund”. Vid det andra laborationstillfället talade eleverna om antal träffar (rad 202).

- 200. E3: 348.
- 201. E2: Vad då?
- 202. E3: Inte vet jag. 348 träffar? (Transkript 2013-04-30)

Dags att sammanfatta resultaten. Eleverna i gruppen föll här varandra i talet.

- 203. E1: Vad har vi kommit fram till då?
- 204. E1: Vi har kommit fram till om man ändrar vinkel, så, så ändras egentligen bara ... att den är koncentrerad till en viss punkt.
- 205. E2: Ju fler lager ...
- 206. E1: och så ju längre ifrån den är desto, sämre, eller ...
- 207. E2: desto lägre.
- 208. E1: Desto lägre är partikel ...
- 209. E2: strålningen
- 210. E1: Partikelstrålningen
- 211. E1: Och ju fler lager desto mindre partiklar kan tränga igenom, alltså, färre partiklar kan tränga igenom. (Transkript 2013-04-24)

Vi ser i transkriptet ovan att eleverna använde ämnesspecifika ord när de talade om partiklar (rad 211), strålning (rad 209) och partikelstrålning (rad 210) och hur dessa beror av olika variabler. De talade också om partiklarnas möjlighet att gå igenom aluminiumfolien (rad 211). Transkriptet visar också att eleverna urskilde flera olika aspekter av teoretiska samband rörande betastrålning (rad 204-206 och 211).

E1 monterade bort preparatet och gjorde en mätning på bara luften.

- 212. E1: Här kan vi se också ... hur, om det inte är nånting. Det här är partiklarna i luften. Hur många partiklar det finns i luften.
- 213. E2: Vad?
- 214. E1: Av beta, måste det va.
- 215. E3: Vadå?
- 216. E1. Ahmen, nu har vi ingenting där ju.
- 217. E2: Ah.
- 218. E1: Så att så här många betapartiklar finns det i luften. (Transkript 2013-04-24)

Eleverna tog reda på bakgrundsstrålningen och de visade förståelse för detta begrepp i det som sägs på rad 218. E2 och E3 hängde inte med (rad 213 och 215) men E1 gav en förklaring i rad 216 och 218.

### *Experimentlusta*

En bit in i laborationen ser vi att grupperna började gissa vad nästa mätvärde skulle bli.

- 219. E1: Det borde börja vid fyrahundranånting, 410 kanske.
- 220. E1: Ja, 418.



Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

221. E3: Hehe, undra vad nästa blir?  
 222. E2: Jag gissar på 421.  
 223. E1: Jag tror det är 420.  
 224. E3: Hehehe.  
 225. E1: Nä, jag tror det är mindre, 408.  
 226. E1: Nä, 354. (Transkript 2013-04-24)  
 227. E3: 437. (*gissar innan mätningen*)  
 228. E1: Nej ... 349 eller något sånt.  
 229. E1: 432. (*läser av efter mätning*)  
 230. E3: Told ya!  
 231. E1: 32. (*lager*)  
 232. E3: 370. (*gissar innan mätningen*)  
 233. E1: Wow 273!  
 234. E3: Jag hade fel med typ 100 ... (Transkript 2013-04-30)

Av transkripten ovan ser vi att eleverna hade förväntningar, de var nyfikna på vad nästa resultat skulle bli (219–225). Det finns inget som tyder på att de var rädda att få ett ”felaktigt” resultat, tvärtom är skratten (rad 221 och 224) och de spontana utropen (rad 230 och 233) tydliga tecken på elevernas agens.

#### *Resultatdiskussioner*

Gissningarna ledde fram till reflektion över resultatet, vilket blev mycket tydligt vid laborationen från den 30 april 2013.

235. E1: Kan jag få pennan? (*E1 beräknar skillnaden mellan mätvärdena*)  
 236. E2: Vad räknar du ut?  
 237. E3: Vad gör du?  
 238. E1: Det är typ exponentiellt ...  
*Lång tystnad medan E1 räknar*  
 239. E1: Vad fan blir det?  
 240. E3: Vad gör du?  
*Tystnad som övergår i trevande diskussion*  
 241. E2: Det blir mindre träffar.  
 242. E1 ger pappret till E2.  
 243. E3: Du försökte hitta typ ...  
 244. E1: Funktionen. (Transkript 2013-04-30)

Värt att notera är att handledaren inte nämnde något om ett matematiskt samband eller visade någon graf under hela laborationen. På rad 238 ser vi att gruppen helt på egen hand, genom att jämföra de mätvärden de fått fram för olika antal lager aluminium, får fram hur sambandet mellan antalet lager och strålningsmängden ser ut. Eleverna kommer också fram till att det finns ett matematiskt samband (rad 244). De har därmed närmat sig de övergripande syftena för laborationen. Funktionen som beskriver sambandet mellan strålningsmängden och antalet lager aluminiumfolie är

exponentiellt avtagande. När handledaren lite senare frågade om de hade kommit fram till något utifrån de data de hade, så blev svaret:

245. E1: Den minskar exponentiellt. (Transkript 2013-04-30)

### Sammanfattande analys av designcykel 2

Även i den här designcykeln visade analysen av transkripten från de två olika laborationstillfällena samma mönster. Under hela laborationen arbetade eleverna självständigt och med nyfikenhet. Laborationen inleddes med att eleverna satte igång att testa och under tiden började de diskutera hur de skulle gå till väga. Metoddiskussionen fortsatte genom hela laborationen och handlade om försöksuppställning, insamling och hantering av mätvärden. Eleverna kallade vissa mätvärden "avvikelse", men inga mätvärden sorterades bort och inga mätningar gjordes om. Istället gjordes flera mätningar vars resultat användes för att beräkna medelvärden. Eleverna använde sina mätdata för att på eget initiativ plotta en graf. I slutet av transkriptet framgår att eleverna använde ämnesrelaterade ord för att tala om händelseförloppet och olika aspekter av teoretiska samband. Eleverna kom på egen hand fram till att sambandet mellan strålningsmängden och antalet lager aluminiumfolie är exponentiellt avtagande. Laborationsinstruktionerna och introduktionen har i den här designcykeln etablerat närliggande syften som blir kontinuerliga med de övergripande syftena för laborationen.

### Diskussion

I det här arbetet har vi undersökt hur kunskap om elevers agerande i tal och handling kan användas för att göra relevanta didaktiska val som leder till delaktighet och lärande. Genom stegvisa förändringar av laborationens syfte, instruktion och introduktion gavs eleverna möjlighet att ta initiativ och eget ansvar. Eleverna som laborerade vid laborationstillfällena i början av designstudien var noga med att följa instruktionerna rätt och tog inga egna initiativ. Tidigare forskning har visat att elevers brist på träning i att tänka själva och ta ansvar för sitt agerande, leder till att eleverna är mer intresserade av att läraren talar om det rätta svaret, än att de själva kommer fram till ett eget resultat (Andrée, 2007). Eleverna behövde också tydlig handledning för att inse vad deras mätvärden visade. Resultaten är i linje med tidigare beskrivningar av hur elever kan uppfatta laborationer som en metod att samla in statistik och bekräfta sann fakta som inte behöver diskuteras (Lewis, 2006). Begreppet agens beskriver individens oberoende möjlighet att agera och göra egna fria val (Hewson, 2010). Agens används här för att beskriva elevers aktiva deltagande som leder mot målen för undervisningsmomentet. Under den sista designcykeln gavs eleverna större möjlighet till agens. Hewson (2010) föreslår att agens är kopplat till lärande och våra resultat pekar i den riktningen eftersom eleverna hade mycket bättre förståelse för sin verksamhet under laborationerna i den sista designcykeln.

Fokus för re-designen i första designcykeln var att lotsa eleverna förbi avledande hinder, vilket ledde till en mer detaljstyrd laborationsinstruktion som gjorde att eleverna snabbt kunde genomföra uppgiften. Eftersom eleverna snabbt blev klara med

det de uppfattade som uppgiften fick de tid över. Eleverna började då ta egna initiativ och började förutsättningslöst testa utrustningen under skratt och fniss. Den agens som därmed uppstod föranledde en omformulering av de övergripande syftena för hela laborationen. Laborationsinstruktionen inför den andra designcykeln gjordes öppnare, detaljstyrningen av utförandet lyftes bort för att överlämna initiativet till eleverna. I stället för instruktionerna "vika" och "mäta" användes orden "undersöka" och "redovisa". Däremot hade introduktionen till laborationen i designcykel 2 tydligare ramar (till exempel information om hur instrumenten fungerar) för att ge eleverna möjlighet att göra adekvata metodval. Båda dessa förändringar handlade om att avföra hinder som de som uppstod i första designcykeln, jämför Anderhag m.fl. (2014). De omständigheter som skapades under den andra designcykeln möjliggjorde för eleverna att ge riktning åt och ha kontroll över sina aktiviteter, det vill säga eleverna hade agens (Caiman & Lundegård, 2013). I den andra designcykeln ledde de närliggande syftena mot de övergripande syftena. För att nå det övergripande syftet behöver läraren, enligt Johansson & Wickman (2011), skapa uppgifter där de närliggande syften som etableras i undervisningen blir kontinuerliga med det övergripande syftet. Resultaten visar att kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften kan uppnås genom medveten design av laborationen. Dessutom pekar våra resultat på att när kontinuitet mellan närliggande och övergripande syften skapas så ökar också möjligheten till agens.

Det är inte så ovanligt att elever inte vet vad de förväntas uppnå när de gör laborationer och det är därför viktigt att laborationens mål och syften klargörs och kommuniceras med eleverna (Högström, m.fl., 2010). Som en konsekvens av arbetet med re-designen av laborationen slipades syftena med laborationen fram och blev tydligare för både handledare och elever. Det är antagligen centralt att läraren är medveten om och fokuserad på de övergripande syftena för laborationen. Eleverna däremot, har oftast fullt upp med att arbeta med de närliggande syften som etableras, de leder sedan indirekt eleverna mot de övergripande syftena. Gyllenpalm m.fl. (2010) visar att lärare ofta låter undervisning om naturvetenskapliga begrepp smälta samman med undervisning om vetenskaplig metod. Elevers möjlighet att lära sig naturvetenskapligt arbetssätt påverkas sannolikt när lärare inte prioriterar en förståelse för vetenskaplig undersökning som kunskapsmål för laborationen. Den undersökta laborationen förändrades från att vara en undervisningsmetod om begrepp, till att på ett mer avgränsat sätt handla om systematiskt undersökande. Effekten av att laborationens övergripande syften blev tydligare och mer avgränsade kan ses i elevernas ökade möjlighet att nå de övergripande syftena.

Med tanke på att det inte bara var undervisningen som ändrades vid de olika designcyklerna, utan också elevgrupperna, skulle en tolkning av resultaten kunna vara att olika elevgrupper angriper problemen på olika sätt. Ytligt sett var de två elevgrupperna som deltog i laborationen i designcykel 2, mycket olika. Den första gruppen arbetade metodiskt och ordnat, medan den andra gruppen gav ett mer oorganiserat och ofokuserat intryck. Det här kommenterades även av handledaren, som efteråt gav uttryck för ett visst missnöje med den andra gruppens verksamhet. Analysen av

transkripten från de olika grupperna visar dock att kommunikationen mellan eleverna i grupperna handlade om i princip samma saker, nämligen metod, förväntade resultat och slutsats. Resultaten från den här studien visar att det inte finns ett tydligt samband mellan betraktarens upplevelse av laborationens roll och elevers lärande, vilket tidigare studier också indikerat (Hofstein & Lunetta, 2004). Auskultation, som är det vanligaste sättet att studera undervisning och lärande i skolvardagen, ger alltså inte samma information om processen som när den istället studeras ur elevens perspektiv.

Studien visar att den information som erhålls då man närmar sig elevens perspektiv i undervisningen är mycket värdefull i arbetet med att utveckla undervisningen så att eleverna kan bli delaktiga och involverade. Våra resultat antyder också ett samband mellan agens och lärande. Det skulle vara intressant att vidare undersöka hur agens kan kopplas till elevers känsla av inkludering och därmed, i förlängningen, deras engagemang i naturvetenskap.

## Referenser

- Anderhag, P., Danielsson Thorell, H., Andersson C., Holst A. & Norling, J., (2014). Syften och tillfälligheter i högstadie- och gymnasielaborationen: En studie om hur elever handlar i relation till aktivitetens mål. *Nordina*, vol. 1, ss. 63–76.
- Anderson, T. & Shattuck, J., 2012. *Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research?*. [Online] Hämtad från: <http://edr.sagepub.com/content/41/1/16.full.pdf+html> [Använd 11 November 2013].
- Andrée, M., 2007. *Den levda läroplanen: en studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan*. Stockholm: HLS Förlag.
- Barker, C., 2005. *Cultural studies: Theory and practice*. London: Sage.
- Caiman, C. & Lundegård, I., 2013. *Pre-school children's agency in learning for sustainable development*. [Online] Hämtad från: <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2013.812722> [Använd 24 September 2013].
- Gyllenpalm, J., Wickman, P.-O. & Holmgren, S.-O., 2010. Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry?. *International Journal of Science Education*, vol. 32, nr. 9, 1151–1172.
- Hewson, M., 2010. Agency. i: A. Mills, G. Durepos & E. Wiebe, red. *Encyclopedia of case study research*. Thousands Oaks(CA): SAGE Publications, Inc., ss. 13–17.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N., 2004. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, vol. 88, nr 1, ss. 28–54.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S., (2010). Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv. *Nordina*, vol. 1, ss. 80–91.
- Johansson, A.-M. & Wickman, P.-O., 2011. A pragmatist understanding of learning progressions. i: *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe*. Leverkusen: Barbara Budrich Publishers, ss. 47–59.
- Kaiserfeld, T., 1999. Laboratoriets didaktik: Fysiken på läroverken i början av 1900-talet. i: S. Widmalm, red. *Vetenskapsbärarna. Naturvetenskapen i det svenska samhället, 1880–1950*. Hedemora: Gidlunds förlag, ss. 188–231.

Danielsson Thorell, Andersson, Jonsson & Holst

Lewis, J., (2006). Bringing the real world into the biology curriculum. *Journal of Biological education*, vol. 40 nr. 3, ss. 101–106.

Schreiner, C., (2006). *Exploring a rose garden. Norwegian youth's orientations towards science: Seen as signs of modern identities*. Oslo: Department of Teacher Education and School Development, Faculty of Education, University of Oslo.

The Design-Based Research Collective, 2003. Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, vol. 32, nr 1, ss. 5–8.