



Kan man hjælpe elevers  
forståelse af naturvidenskab  
ved at lade dem formulere sig om et  
naturvidenskabeligt emne i et andet fag?

Lone Brun Jakobsen  
Masterafhandling – Master i scienceundervisning  
Rapporten er forfattet i 2018

Vejleder: Jesper Bruun  
**IND's studenterserie nr. 96, 2021**



INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK, [www.ind.ku.dk](http://www.ind.ku.dk)

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

### IND's studenterserie

56. Linn Damsgaard & Lauge Bjørnskov Madsen: Undersøgelser baseret naturfagsundervisning på GUX-Nuuk (2017)
57. Sara Lehné: Modeling and Measuring Teachers' praxeologies for teaching Mathematics (2017)
58. Ida Viola Kalmark Andersen: Interdisciplinarity in the Basic Science Course (2017)
59. Niels Andreas Hvitved: Situations for modelling Fermi Problems with multivariate functions (2017)
60. Lasse Damgaard Christensen: How many people have ever lived? A study and research path (2018)
61. Adonis Anthony Barbaso: Student Difficulties concerning linear functions and linear models (2018)
62. Christina Frausing Binau & Dorte Salomonsen: Integreret naturfag i Danmark? (2018)
63. Jesper Melchjorsen & Pia Møller Jensen: Klasserumsledelse i naturvidenskabelige fag (2018)
64. Jan Boddum Larsen, Den lille ingeniør - Motivation i Praktisk arbejdsfællesskab (2018)
65. Annemette Vestergaard Witt & Tanja Skrydstrup Kjær, Projekt kollegasparring på Ribe Katedralskole (2018)
66. Martin Mejlhede Jensen: Laboratorieforsøgs betydning for elevers læring, set gennem lærernes briller (2018)
67. Christian Peter Stolt: The status and potentials of citizen science: A mixed-method evaluation of the Danish citizen science landscape (2018)
68. Mathilde Lærke Chrøis: The Construction of Scientific Method (2018)
69. Magnus Vinding: The Nature of Mathematics Given Physicalism (2018)
70. Jakob Holm: The Implementation of Inquiry-based Teaching (2019)
71. Louise Uglebjerg: A Study and Research Path (2019)
72. Anders Tørring Kolding & Jonas Tarp Jørgensen: Physical Activity in the PULSE Exhibit (2019)
73. Simon Arent Vedel: Teaching the Formula of Centripetal Acceleration (2019)
74. Aputsiaq Bent Simonsen: Basic Science Course (NV) (2019)
75. Svenning Helth Møller: Peer-feedback (2019)
76. Lars Hansen & Lisbeth Birch Jensen: Feedbackformater på Mulernes Legatskole (2019)
77. Kirsi Inkeri Pakkanen: Autobiographical narratives with focus on science (2019)
78. Niels Jacob Jensen: Engineering i naturen og på naturskolen (2019)
79. Yvonne Herguth Nygaard: Diskursanalyse af litteraturen og hos lærer i forbindelse med brugen af eksterne læringsmiljø, med en underviser tilknyttet (2019)
80. Trine Jørgensen: Medborgerskab i naturfagsundervisningen på KBHSYD (2019)
81. Morten Terp Randrup: Dannelse i Fysik C (2019)
82. Thomas Møllergaard Amby: Undersøgelser baseret naturfagsundervisning og science writing heuristic (2019)
83. Freja Elbro: Important prerequisites to understanding the definition of limit (2019)
84. Mathilde Sexauer Bloch Kloster: Inquiry-Based Science Education (IBSE) (2019)
85. Casper Borup Frandsen: Undersøgelser baseret undervisning i idrætsundervisningen på gymnasieskolen (2019)
86. Vibeke Ankjer Vestermarken: An Inquiry Based Introduction to Binomial Distributions (2019)
87. Jesper Jul Jensen: Formativ evaluering og faglige samspil i almen studieforberedelse (2020)
88. Karen A. Voigt: Assessing Student Conceptions with Network Theory - Investigating Student Conceptions in the Force Concept Inventory Using MAMCR (2020)
89. Julie Hougaard Overgaard: Using virtual experiments as a preparation for large scale facility experiments (2020)
90. Maria Anagnostou: Trigonometry in upper secondary school context: identities and functions (2020)
91. Henry James Evans: How Do Different Framings Of Climate Change Affect Pro-environmental Behaviour? (2020)
92. Mette Jensen: Study and Research Paths in Discrete Mathematics (2020)
93. Jesper Hansen: Effekten og brugen af narrative læringsspil og simuleringer i gymnasiet (2020)
94. Mie Haumann Petersen: Bilingual student performance in the context of probability and statistics teaching in Danish High schools (2020)
95. Caroline Woergaard Gram: "Super Yeast" - The motivational potential of an inquiry-based experimental exercise (2021)
96. **Lone Brun Jakobsen: Kan man hjælpe elevers forståelse af naturvidenskab ved at lade dem formulere sig om et naturvidenskabeligt emne i et andet fag? (2021)**

*IND's studenterserie omfatter kandidatspecialer, bachelorprojekter og masterafhandlinger skrevet ved eller i tilknytning til Institut for Naturfagenes Didaktik. Disse drejer sig ofte om uddannelsesfaglige problemstillinger, der har interesse også uden for universitetets mure. De publiceres derfor i elektronisk form, naturligvis under forudsætning af samtykke fra forfatterne. Det er tale om studentearbejder, og ikke endelige forskningspublikationer.*

*Se hele serien på: [www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/](http://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/)*



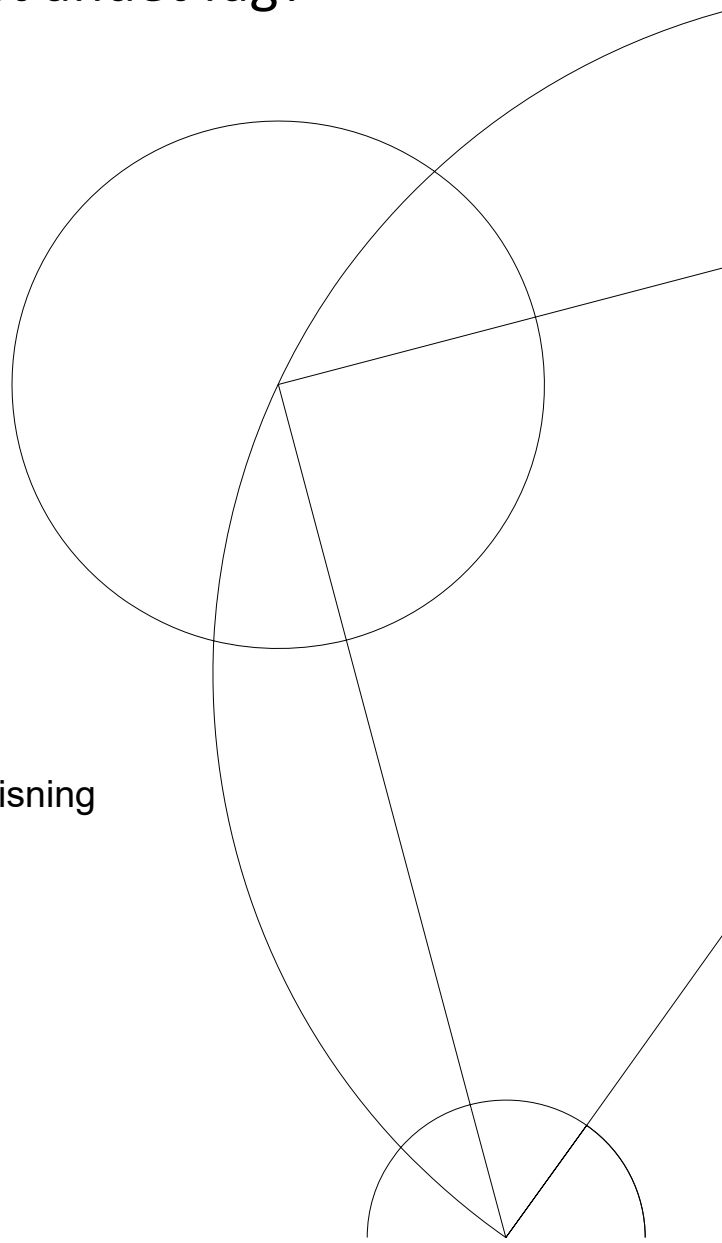
Kan man hjælpe elevers  
forståelse af naturvidenskab  
ved at lade dem formulere sig om et  
naturvidenskabeligt emne i et andet fag?

Lone Brun Jakobsen

Kandidatspeciale - Master scienceundervisning

Vejleder: Jesper Bruun

**IND's studenterserie nr. 96, 2021**



## Summary

In this paper I seek to answer the question:

*Can students be helped in their understanding of science, by writing about science in another school discipline?*

Answering this question cannot be done without first examining what we mean by understanding science, and the difficulties of learning science that are implied in the question. That in turn leads to asking how we learn and what is meant by learning. The learning theory standpoint, that is taken, is presented, and then a brief overview of learning difficulties in science is given, with these four areas considered as main areas causing learning difficulties:

- 1) The nature of ideas and knowledge that students already hold
- 2) The complexity of learning tasks compared to the information capacity of the student
- 3) Communication in a very broad sense
- 4) Students learning styles

In the paper I focus mainly in the first two points and show how they relate to long-term memory and short-term memory respectively by using ideas from Cognitive Load Theory and Information Processing theories. Learning difficulties specific to chemistry are briefly examined using the same point of view.

The use of interdisciplinarity is discussed and a former interdisciplinary project with long term effects on students' memory was presented, serving as inspiration for a collaboration to use as intervention.

This led to two research questions:

*Can the effect of an interdisciplinary intervention in a lesson plan be measured?*  
*Can an interdisciplinary collaboration take up very little time, and still contribute to both disciplines involved and to the students' learning?*

Two grade one classes in upper secondary school were chosen, one served as a control, and in the other an interdisciplinary intervention was carried out. Both classes were taught Chemistry by me. The grades of the two classes was compared, as well as a written product in chemistry, in order to establish that the academic level of the classes was indeed compatible. The intervention used was a very short collaboration between Chemistry and English, with the students required to write a non-fiction essay in English about the same subject as the written chemistry assignment. A pre- and post-test study was carried out,

showing that the intervention had a large effect on the level of understanding in the intervention class.

The result of the pre-post study indicates that writing in another discipline can indeed help the understanding of science, and at the same time provide insight in some of the difficulties students experience in learning and writing in, and about, science.

## Tak

Tak til vejleder Jesper Bruun for utrætteligt at hjælpe med at finde de artikler til mig, hvis titler dukkede op ad omveje og især vildveje i mine litteratursøgninger. Tak for din evne til, ved antydningens kunst, at holde mig nogenlunde på sporet når jeg faldt over noget som nok var spændende, men næppe relevant. 😊

## Indhold

Forhistorien .....	1
Naturvidenskab er vigtigt, og svært: .....	2
Præsentation af opgaven.....	3
Læringsteoretisk linse i opgaven.....	3
Om læringsvanskelighederne i naturvidenskab. ....	6
Måling af læring.....	10
Læringsvanskeligheder i kemi .....	11
Tværfaglighed med skriftligt produkt som mål .....	13
Forskningsspørgsmål.....	15
Skitse over interventionsforløb .....	15
Om klasserne. Forsøgsklassen og kontrolklassen.....	16
Rationale og udformning af opgaverne .....	18
Pre-test og post-test.....	18
Forsøg og rapport.....	19
Kemifaglig baggrund før essayopgaven.....	19
Essayopgaven.....	21
Opgavebeskrivelse til engelskafleveringen: .....	22
Kodning af det faglige indhold i rapporter og essay.....	23
Scoring af kemirapporter og engelsk non-fiction essay .....	24
Eksempler på scoring .....	25
Resultat .....	27
Test før og efter de skriftlige produkter .....	27
Score i kemirapporterne .....	29
Kemirapport og engelskopgaven i 1b.....	31
Kvalitativ undersøgelse .....	34
Elevernes oplevelse af at skrive opgave på denne måde .....	37
Tværfaglighed i praksis? .....	39
Forskningsspørgsmålene .....	40
Diskussion .....	41
Konklusion .....	44
Litteraturliste .....	45

## Kan man hjælpe elevers forståelse af naturvidenskab ved at lade dem formulere sig om et naturvidenskabeligt emne i et andet fag?

---

### Forhistorien

I 1994 havde elever der startede i folkeskolens 1. klasse for første gang natur/teknik fra 1.-6.klasse.

I 2002 dukkede de første af disse elever op i 8. klasses brobygning, hvor jeg stod for en lektions fysik i hver af de klasser der besøgte os.

Jeg lavede en uformel undersøgelse, ved at bede dem (meget kort) beskrive deres undervisning i natur/teknik (og efterfølgende naturvidenskab i 7. og 8. klasse).

Undersøgelsen var så uformel at jeg ikke noterede noget ned de første par år – det var mere en slags indledning til at tale med dem om naturvidenskab, og hvorfor det er vigtige fag. Imidlertid tegnede der sig en tendens, og jeg lavede derfor (desværre ikke helt systematisk) noter om elevernes svar.

Jeg inddelte svarene i 3 kategorier:

- Svært/uforståeligt/forvirrende
- Uinteressant/uvedkommende/kedeligt
- Udfordrende/spændende/interessant/sjovt

Jeg håbede at der ville være en større interesse for naturvidenskab, når de nu i hele deres skoletid havde mødt fagene med en legende og undersøgende tilgang, der som formål (blandt andet) har at *vedligeholde og fremme elevernes glæde ved at beskæftige sig med natur, teknik, livsbetingelser og levevilkår samt deres lyst til at stille spørgsmål og lave undersøgelser både inde og ude.*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Undervisningsministeriets håndbogsserie nr. 15 – 2009 (Fælles Mål 2009 Natur/teknik, faghæfte 13) (tidligere faghæfter har ikke umiddelbart kunnet findes, men formuleringen har været stort set uændret (indholdsmæssigt))



Elevernes svar fordelte sig procentvis på de 3 kategorier omtrentligt sådan: 50/20/30  
Der var variationer fra skole til skole, men det var (og er) det generelle billede at kun cirka en tredjedel af eleverne havde en positiv indstilling til fagene.

Hvilket udvalg af disse elever, der kommer på gymnasiet, har jeg ikke kendskab til. Men vi vil i gymnasiet møde en del elever, for hvem naturvidenskab er kedeligt, uvedkommende og/eller svært. De har ikke den store motivation til at arbejde med fagene, og mange giver måske op på forhånd. Der synes at være en generel accept af at naturvidenskab er svært, og at det nærmest er forventeligt og accepteret at man ikke kan finde ud af det.<sup>2</sup>

Uvilkårligt melder spørgsmålet sig om hvad det nu er, der gør naturvidenskab så svært.

Jeg vil i denne opgave kigge på et ganske lille område inden for det store kompleks, der folder sig ud, når man begynder at afdække kendskab til elevers vanskeligheder inden for naturvidenskab, og give et bud på en afgrænset aktivitet, der på simpel vis ser ud til at øge deres faglige udbytte.

## Naturvidenskab er vigtigt, og svært:

I Berlingske<sup>3</sup> kunne man i februar 2016 læse:

*Gymnasireformen er kun ti år gammel, men den er for længst forældet, når det handler om at styrke de kompetencer, vi har brug for i den ny verden, som vi er ved at tage de første skridt ind i. Sådan lyder budskabet fra Ingeniørforeningen og dekanerne på de tekniske og naturvidenskabelige videregående uddannelser i et fælles udspil om behovet for en ny gymnasireform.*

Og videre (min fremhævnings):

*»Reformen har ikke skabt den motorvej til de naturvidenskabelige uddannelser, som vi havde håbet på, og som var et af formålene med reformen. [...] de unge undgår »de svære fag« i gymnasiet [...]« siger underdirektør i DI, Charlotte Rønhof.*

Regeringen kom i marts 2018 med ny naturvidenskabsstrategi<sup>4</sup>, hvoraf det fremgår at

---

<sup>2</sup> Dette udsagn er baseret på elevers og forældres udsagn gennem 30 års undervisning, samt 4 folkeskolegennemløb som forælder, med dertil hørende forældremøder og klasse-møder.

<sup>3</sup> <https://www.b.dk/nationalt/opraab-nu-skal-teknik-og-naturvidenskab-styrkes>

<sup>4</sup> <https://www.regeringen.dk/nyheder/naturvidenskabsstrategi/>

*Den naturvidenskabelige undervisning skal styrkes, flere børn og unge skal have øjnene op for de mange muligheder i de naturvidenskabelige uddannelser, og så skal uddannelser og erhvervsliv arbejde endnu tættere sammen. Det er nogle af ambitionerne i en ny naturvidenskabsstrategi for grundskolen og ungdomsuddannelserne.*

Når et fagområde som naturvidenskab har politisk bevågenhed, samtidig med at det anerkendes at være svært, så skal der findes indgange til elevernes læring af naturvidenskab der kan fremme deres forståelse og læring. I denne opgave undersøger jeg et muligt bidrag til dette.

## Præsentation af opgaven

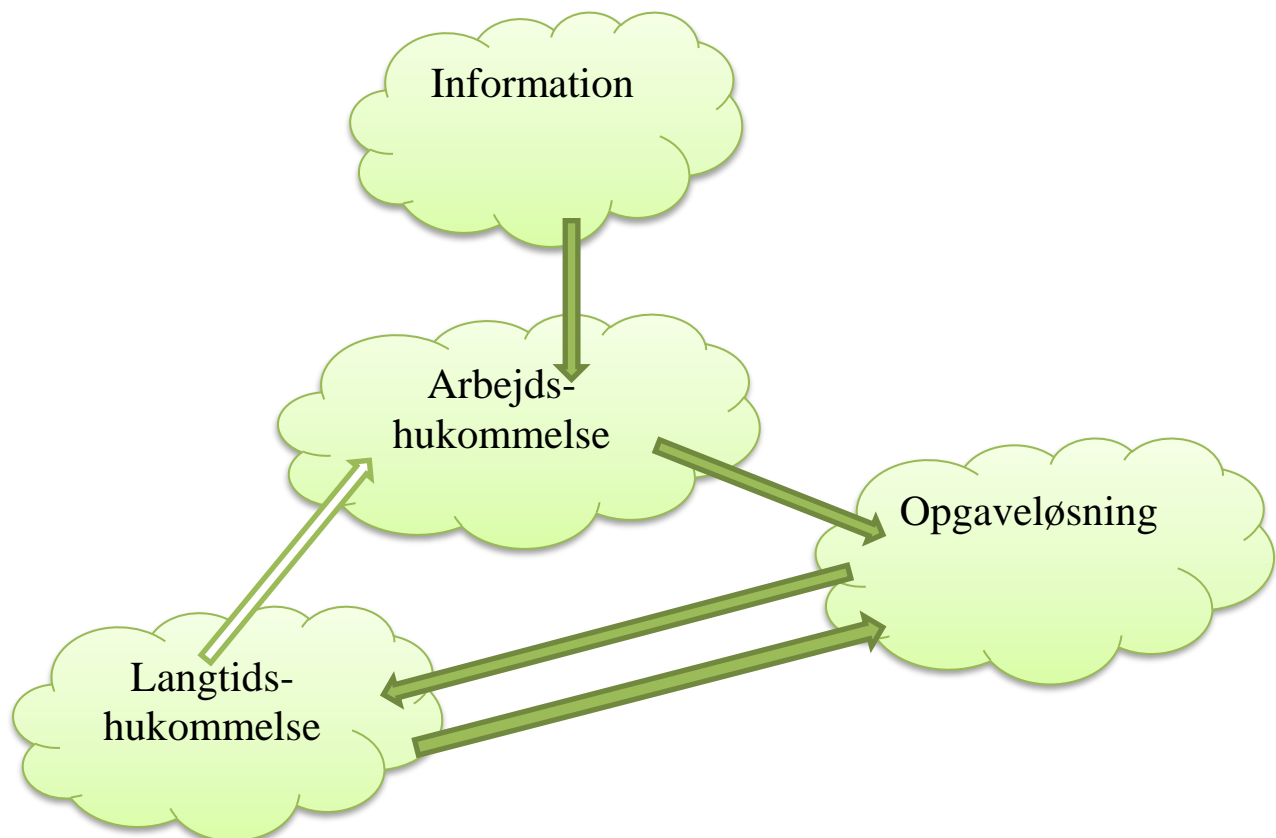
For at komme nærmere ind på en forståelse af hvad der gør naturvidenskab svært (at lære) vil jeg starte med at se på læring. Derefter indsnævrer jeg mit fokus og ser på læringsvanskeligheder i naturvidenskab generelt og kemi mere specifikt. Herunder ser jeg på idéer fra information processing teorier, og cognitive load theory, der relaterer sig til korttids- og langtidshukommelse. Da mine empiriske undersøgelser er foretaget med henblik på tværfaglighed ser jeg kort på hvordan tværfaglighed kan bruges i denne opgaves sammenhæng. Alt dette leder frem til to forskningsspørgsmål, som skal hjælpe mig på vej mod et svar på den overordnede problemformulering. Herefter beskrives et interventionsstudie, der leder frem på et svar på problemformuleringen. Resultatet af de empiriske undersøgelser leder til forskellig indsigt i hvordan man kan hjælpe elevernes læring ved at have kapaciteten i elevernes arbejdshukommelse in mente, og gøre sig tanker om hvordan eleverne hjælpes til at lagre viden.

## Læringsteoretisk linse i opgaven

I denne opgave ser jeg på testresultater som mål for, om den intervention jeg laver, har en effekt i forhold til elevernes faglige udbytte, i forhold til deres læring i naturvidenskab – aktuelt i kemi. Det er derfor oplagt at se på hvad jeg forstår ved læring i denne opgave.

I Figur 1 har jeg skitseret et billede af informationsbehandling, som repræsenterer en simpel udgave af en læringsproces. Billedet repræsenterer den måde jeg tænker på hukommelse og læring, og er mit udgangspunkt når jeg underviser.

Information, uanset form (nye ord, begreber, tal, formler, tekstmateriale, billeder etc.) som elever kan blive præsenteret for i en undervisningssituation, skal først igennem elevernes arbejdshukommelse. Her udsættes informationen for et væld af mentale operationer og transformationer, hvis natur afhænger af typen af information, samt hvad der findes af "hjælpedata" i langtidshukommelsen. Den lyse pil repræsenterer kendt viden, der hentes fra langtidshukommelsen, til brug for tolkning af ny information. I Cognitive Load Theory (CLT) efter Sweller (*Cognitive load theory* (Sweller (2011)) er dette en repræsentation af reorganisering hvor ny information kombineres med allerede kendt viden, og lagres i nye skemaer i langtidshukommelsen.



Figur 1 Simple model af læringsproces

Så simpelt foregår lagringen i langtidshukommelsen imidlertid sjældent - information skal igennem en form for opgaveløsning inden den lagres effektivt. Opgaveløsning skal forstås bredt, det kan være alt fra en reaktion (følelsesmæssigt eller intellektuelt) på den givne information, til en konkret anvendelse af informationen til løsning af mere eller mindre komplekse problemstillinger. Opgaveløsning vil som regel have brug for at trække på

elementer fra langtidshukommelsen, og efter endt problemløsning er der kommet nye elementer i langtidshukommelsen. Enten i form af nye skemaer, eller opdatering af allerede eksisterende skemaer. Eleven har *lært noget*. Om det lærte er rigtigt eller forkert, og hvordan det er lagret i langtidshukommelsen (hvor tilgængeligt og struktureret det er) siger modellen ikke noget om. I CLT skelnes der mellem at lære udenad, og at lære med forståelse.

Min erfaring er, at hvis man kan give eleverne flere indgange til den samme information, så lettes deres lagring i langtidshukommelsen, og det bliver lettere for dem at hente og anvende den viden – eller i hvert fald bliver det lettere at minde dem på hvad de ved, og derved hjælpe dem i gang med ny opgaveløsning (i Figur 1's forstand). Det kan være et udført forsøg, et demonstrationsforsøg, en fælles opgave, et spil, en leg, men det kan også være dumme huskeremser, eller noget "dumt" som man gør som lærer. Det kan også være et tværfagligt samarbejde – her får indgangen til informationen en mere anderledes vinkel, fordi eleverne nu skal se på et emne med et andet fags optik og metoder. Min empiriske undersøgelse i opgaven handler netop om et tværfagligt samarbejde, hvor det der giver den anderledes indgang dels er at eleverne skal formulere sig om kemi på engelsk, men også at de får et indblik i mit privatliv gennem beskrivelse af en ferietur.

Når jeg bruger udtrykket "at have lært noget" i undervisningssammenhæng, så mener jeg at der er lagret nye informationer eller nye forbindelser mellem allerede kendte informationer i langtidshukommelsen, og at eleven kan tilgå disse informationer og bruge dem (korrekt) til løsning af naturvidenskabelige problemer (i bred forstand). I CLT forstand letter man kapaciteten i arbejdshukommelsen, ved at gøre viden i langtidshukommelsen lettere tilgængelig. Med et af de mange begreber der bruges indenfor information processing (IP) (her efter Schunk (*Learning theories an educational perspective* (Schunk (2012))), så skabes der derigennem flere forbindelser i det netværk, som kan være et billede på hvordan man henter viden fra sin hukommelse. Jo flere associationer der er knyttet til et begreb, jo kortere eller mere effektiv (jo mere veldefineret) er vejen til den eftersøgte viden i hukommelsesnetværket.

Denne måde at tænke læring og lagring i hukommelsen lægger sig tæt op af teorien om mentale modeller, hvor problemløsning knyttes til konstruktion og manipulation af interne repræsentationer (*Representations in problem solving in science: Directions for practice* (Solaz-Portolés og Lopez (2007))). Bearbejdningen i arbejdshukommelsen danner den mentale model, som en forbindelse mellem den information man præsenteres for og den viden der ligger i langtidshukommelsen.

En scene der kunne udspille sig i en undervisningssituation:

*Elev: Jeg ved ikke hvad jeg skal gøre i denne opgave (eleven har foreløbig kun nedskrevet de tal der gemte sig i opgavens tekst)*

*Lærer: Hvad handler opgaven egentlig om?*

*Elev: Hvad mener du?*

*Lærer: Prøv lige at læse opgaveteksten højt for mig*

*Elev: [læser opgaveteksten]*

Nu kan flere scenarier udgøre fortsættelsen – to yderpunkter kunne være:

- *Elev: gå bare igen, jeg har forstået hvad jeg skal nu*
- *Hvad menes der med ”ifølge figur 2.2” (og det viser sig at det er ordet **ifølge** eleven ikke forstår og/eller ikke har kigget på figur 2.2), og hvordan skal jeg vide hvilken formel jeg skal bruge?*

I det første scenarie har eleven nu mestret det første skridt i problemløsning (*Thinking, problem solving, cognition* (Mayer (1992))), nemlig oversættelsen af problemet. Eleven havde måske i første omgang ikke gennemlæst opgaven ordentligt, eller måske var gentagelsen, (og måske også højt læsningen) af opgaven nødvendig for at det foreliggende problem blev holdt i arbejdshukommelsen længe nok til at relevant viden fra langtidshukommelsen kunne hentes frem. En mental repræsentation af det foreliggende problem ligger nu i arbejdshukommelsen, klar til videre bearbejdning.

I det andet scenarie er der en række mangler, der forhindrer at problemet oversættes. Mangler på viden i langtidshukommelsen (sprogligt eller fagligt), mangel på forbindelse mellem den korrekte viden i langtidshukommelsen og opgavens formuleringer (ingen relevant sti i hukommelsesnetværket) og/eller for mange informationer på en gang i forhold til kapaciteten i elevens arbejdshukommelse (kognitivt overload).

## Om læringsvanskelighederne i naturvidenskab.

Læringsvanskeligheder<sup>5</sup> inden for naturvidenskab kan dels være fagspecifikke, og dels mere overordnet, hvor det er den naturvidenskabelige tilgang, der kan volde problemer (fagbegreber, eksperimenter, beregninger, formler etc.). De fagspecifikke ser jeg kun meget

---

<sup>5</sup> Når jeg omtaler læringsvanskeligheder mener jeg vanskeligheder, som ikke er betinget af diagnoser (ordblindhed, talblindhed, ADHD, ADD, autismespektrumforstyrrelser etc.).

kort, i forhold til det kemifaglige område jeg har valgt at bruge som baggrund for mine undersøgelser i de to involverede klasser.

En udmærket, om end lidt ældre oversigt over de overordnede læringsvanskeligheder finder man i *Students' learning difficulties in science* (Kempa (1991)), hvor forfatteren ser på læringsvanskeligheder indenfor naturvidenskab. Han pointerer at der ikke findes nogen egentlig definition på læringsvanskeligheder, men bruger begrebet om situationer hvor en elev *ikke fanger begreber eller idéer*<sup>6</sup> grundet af en eller flere af 4 følgende faktorer<sup>7</sup>:

1. De idéer og den viden som eleven allerede har, eller utilstrækkelighed i den forudgående viden
2. Kompleksiteten af den opgave/viden/information, der præsenteres, i forhold til elevens evne til at behandle information
3. Sprog og kommunikation i bred forstand (fagspecifikke ord og begreber, men også hverdagsprog brugt i faglig kontekst, eller større kompleksitet i sætningsopbygning og syntaks, relativt til elevens sproglige kapacitet, kan være en barriere)
4. Misforhold mellem elevens foretrukne læringsstil og underviserens tilgang til undervisningen

Kempa pointerer, at der kan være mange andre grunde til at en elev ikke lærer det, der forventes – manglende interesse, diverse distraktioner, manglende indsats osv, men at det ikke kan kaldes læringsvanskeligheder. Hvis man anskuer det fra IP (og CLT) så vil distraktioner bruge noget af ”båndbredden” i arbejdshukommelsen. Manglende indsats svarer til at de gentagelser ikke finder sted, som der er enighed om indenfor de forskellige grene af IP, og som understøttes af CLT, kræves for at forankre viden i langtidshukommelsen.

Undervisning indtænker de 4 punkter i større eller mindre grad, og det er svært at forestille sig et fagligt forløb uden at man undersøger eller kender elevernes baggrundsviden, sikrer tilpas informationsstrøm, forsøger at hjælpe eleverne til at ”gemme” informationen i langtidshukommelsen, og samtidig tilrettelægger forløbet på den måde det aktuelle emne præsenteres bedst på – og måske også hvordan netop den gruppe elever man har, bedst lærer på.

De 4 punkter kan således næppe adskilles i praksis, og oversigten udelukker i øvrigt ikke at der også kan være andre punkter i spil.

---

<sup>6</sup> Dvs lærer noget i den forstand der er skitseret i **Læringsteoretisk linse i opgaven**

<sup>7</sup> Min oversættelse

Hvordan man anskuer de 4 punkter kommer i nogen grad an på ens læringsteoretiske ståsted.

Med konstruktivistisk tilgang ser man i høj grad på viden – forstået som begreber, meninger, forståelser og intellektuelle ressourcer lagret i hukommelsen hos det enkelte individ. Dermed bliver det konstruktivistiske perspektiv nyttigt når man skal håndtere læringsvanskeligheder, der relaterer sig til langtidshukommelsen og utilstrækkelige ressourcer i elevens forhåndsviden, og dermed til punkt 1 i oversigten.

Derimod passer en IP og/eller CLT tilgang når man skal se på vanskeligheder der relaterer sig til oversigtens punkt 2, hvor det handler om vanskeligheder med at håndtere information. Modtagelsen af information sker i arbejdshukommelsen, eventuelt efter en sensorisk registrering og beslutning vedrørende håndtering af informationen (Schunk, (2012)).

Når man se på vanskeligheder, der relaterer sig til arbejds(korttids)hukommelse er fokus på elevernes kapacitet i forhold til at rumme og manipulere forskellige ”chunks”<sup>8</sup> af information samtidig, frem for den struktur der allerede ligger i elevens hukommelse (langtidshukommelsen). Der er forskel på den enkeltes kapacitet i denne henseende (antal chunks der kan rummes), men da læring nødvendigvis fordrer overførsel af information, så er dette område vigtigt at have for øje når man underviser. Man kan ikke nå længere i præsentation af nyt stof end til det tidspunkt hvor bufferen er fuld. Er der misforhold mellem informationsmængden og kapaciteten, så opstår der potentielt set en læringsvanskelighed. (Kempa (1991), *Learning difficulties in school science--towards a working hypothesis* (Johnstone og Kellett (1980)), Sweller (2011)). Som underviser må man have for øje at antallet af chunks skal holdes så passende lavt at eleverne har overskydende kapacitet i arbejdshukommelsen til at bearbejde den givne information - der må ikke opstå overload i arbejdshukommelsen.

Forbindelsen mellem arbejdshukommelsen og langtidshukommelsen, hvor viden skal lagres, kan eksempelvis beskrives ved Piagets begreber om assimilation og akkomodation ind i

---

<sup>8</sup> Begrebet stammer fra Miller (*The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information* (Miller (1956)) og refererer til en afgrænset enhed. Antallet af chunks den enkelte kan behandle i sin arbejdshukommelse er konstant for det enkelte individ, og der er ikke noget der tyder på at chunk-kapaciteten kan øges ved træning. Derimod kan størrelsen af chunks trænes. Miller talte om ”the magical number seven” fordi hans undersøgelser af forskellige hukommelsesstudier ramte tæt på en kapacitet på  $7 \pm 2$ . Han sammenlignede imidlertid forskellige typer af hukommelsesstudier, med forskellig type af information. I ”**The legend of the magical number seven.**” *Tall tales about the brain: Things we think we know about the mind, but ain’t so* (Cowan et al (2007)) ser forfatterne på ”the legend of the magical number seven” og afviser ikke konklusionen, men måden den blev draget. Meget tyder på at chunk-kapaciteten for de fleste mennesker er så lav som 3-4, altså i den lave ende af Millers magiske interval.

eksisterende skemaer (*The origins of intelligence in children* Piaget og Cook (1952)), eller med begreber fra CLT som *borrowing and reorganizing* (Sweller (2011)).

Kommunikationsaspektet relaterer sig naturligvis til forståelse af fagsprog såvel som hverdagsprog, men også til brugen af metaforer, graden af abstrakthed, kompleksitet i formuleringer, tekstmateriales udformning osv. Dermed kan man argumentere for at en IP tilgang er nødvendig her, men for at mudre billedet lidt kan man hævde at kendskab til sproget (også) lægger sig ind under det først punkt der vedrører den forudgående viden og langtidshukommelsen generelt. Sproget bliver et middel til læring, frem for blot kommunikation. I eksemplet fra undervisningssituationen tidligere kunne forståelsen af ordet *ifølge* hæmme en elevs læsning af en opgave. I forbindelse med formler kan man opleve elever der læser en formel (f.eks.  $n = c * V$ ) således: *n er alime* c gange V. De fleste elever læser *er lig med*, og er derfor klar til næste skridt i at udføre og forstå beregningen. De elever der bare synes at lighedstegnet står for et sært ord, har sandsynligvis en udfordring i forståelsen af brugen af formlen. I NV-forløbet i vores 1. g. klasser så vi på blandt andet fældningsreaktioner. Ordet *fældning* i betydningen *der dannes bundfald* var for mange elever sært – en fodboldspillende dreng prøvede at forklare mig at det altså ikke var det ordet betød, men accepterede dog at ordet kunne have flere betydninger. Vi er som undervisere forpligtet til at tale korrekt fagsprog. Men selv når der tales hverdagsprog, skal vi tænke over at det daglige sprog til en vis grad ændres når det kommer ind i faglokalerne. Vi rammer grænserne for elevernes viden på en anden måde end vi måske forventer i faglig sammenhæng.

Det fjerde punkt om læringsstil er lidt mere kontroversielt, og flere forfattere peger på, at der ikke er tilstrækkelig evidens for, at det giver bedre læringsudbytte at fokusere på læringsstile frem for andre pædagogiske tiltag (*Learning styles: Concepts and evidence* (Paschler et al (2009)), *Ask the Cognitive Scientist Do Visual, Auditory, and Kinesthetic Learners Need Visual, Auditory, and Kinesthetic Instruction?*(Willingham (2005)). Kempa fremfører selv at der kan være sammenhæng mellem elevs læringstype og deres foretrukne undervisning (*Motivational traits and preferences for different instructional modes in science: Part 1: Students' motivational traits* (Kempa og Martin Diaz, (1990-1)), *Students' motivational traits and preferences for different instructional modes in science education-Part 2* (Kempa og Martin Diaz (1990-2)), men påpeger at der ikke er evidens for at et sådant overlap fører til bedre læring.

Læringsvanskelighederne ”er” ikke, men opstår når der er *mismatch* (Kempa (1991)) mellem det eleven præsenteres for, og det eleven kan kapere. Han påpeger at ingen af de



læringsteorier, der findes<sup>9</sup> adresserer hele spektret af læringsvanskeligheder, så man er nødt til at kombinere teorier, hvis man vil håndtere alle typer vanskeligheder.

## Måling af læring

Når man ser på vanskeligheder ved at lære, er det oplagt også at se på hvad der så faktisk læres. At spørge direkte om hvad der er lært giver næppe mening, idet det vil kræve for mange oversættelser – først skal eleven fortolke spørgsmålet, og derefter finde de relevante skemaer der ligger i langtidshukommelsen. Så skal skemaerne oversættes og kommunikeres til den spørgende, hvorefter den spørgende skal fortolke og finde og sammenligne med sine egne skemaer.

I min opgave ser jeg på skriftlige produkter, og bruger indholdet som et mål for fagligt niveau.

Jeg har taget udgangspunkt i to artikler: *The challenge of evaluating students' scientific literacy in a writing-to-learn context* (Tomas og Ritchie (2014)) og *Writing stories to enhance scientific literacy* (Ritchie et al (2011)). Som det fremgår af titlerne, så ser forfatterne på scientific literacy.

Begrebet *scientific literacy* er meget bredt, og bruges forskelligt i forskellige lande, og ændrer betydning i takt med at landenes curricula ændres. I Danmark vil det være naturligt at tænke på den definition der bruges i PISA 2015<sup>10</sup>:

*Scientific literacy is defined by the three competencies to:*

- *Explain phenomena scientifically*
- *Evaluate and design scientific enquiry*
- *Interpret data and evidence scientifically*

Forfatterne lader elever i grundskolen (Australien) skrive historier med naturvidenskabeligt indhold, og ser på hvordan det naturvidenskabelige indhold i historierne kan bruges til at udlede elevernes scientific literacy (i en fortolkning der er forenelig med PISA definitionen). Forfatterne evaluerer elevernes skriftlige produkter kvantitativt ud fra en scoringsmatrix, der i et antal kriterier giver point ud fra graden af opfyldelse. Samtidig undersøgte de om der var forskel på elevernes skriftlige forståelse og deres forståelse når de udtrykte sig mundtligt om samme emne. De fandt at der for en del af deres elever var en betydelig forskel, og betoner at det er vigtigt at vælge flere evalueringsmetoder, når man

---

<sup>9</sup> på det tidspunkt artiklen blev skrevet

<sup>10</sup> Pisa, O. E. C. D. "Draft Science Framework." 2014-07-17]. [http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft\\_PISA\\_2015\\_Science\\_Framework.pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft_PISA_2015_Science_Framework.pdf) (2015), p.5

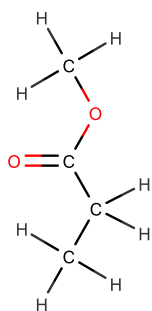
skal bedømme elevens scientific literacy (og faglige niveau i undervisningssammenhæng i det hele taget). I denne opgave ser jeg ikke på scientific literacy som sådan, men jeg har valgt at anvende samme tilgang til vurderingen af elevernes faglige udbytte af de skriftlige produkter jeg ser på i forløbet.

## Læringsvanskeligheder i kemi

I *Sources of students' difficulties in learning chemistry* (Treagust et al, (2000)) påpeger forfatterne at der er relativt få undersøgelser af læringsvanskeligheder i kemi, i forhold til fysik, der tegner sig for størsteparten af de tilgængelige undersøgelser af læringsvanskeligheder i naturvidenskab. (*Bibliography. Students' alternative frameworks and science education* (Pfundt og Duit, (1998))).

Men der findes dog undersøgelser inden for kemiens forskellige hovedområder, samt bud på hvad der generelt gør kemi svært. Johnstone peger i *Teaching of chemistry-logical or psychological?* (Johnstone (2000)) på et misforhold mellem den måde der undervises i kemi, og det vi ved om hvordan man lærer (læringsteoretisk har han IP-tilgang til sin beskrivelse af læring). I kemi arbejdes der på flere tankeniveauer, der mentalt skal forbindes til hinanden: Vi har det makroskopiske, hvor vi kan observere, det mikroskopiske (eller faktisk helt nede på atomart/molekylært niveau), og et repræsentationsniveau, hvor vi bruger symboler og matematiske sammenhænge. Når vi præsenterer eleverne for et kemisk begreb, hvor de skal forholde sig til alle tre niveauer samtidig, er der ikke plads i arbejdshukommelsen til mange nye begreber, alene fordi det for nybegyndere i kemi vil føles som tre nye "chunks" de skal forholde sig til. At introducere eleverne til alle 3 niveauer samtidig er ofte nødvendigt – i hvert fald som traditionelle lærebøger er bygget op. Det er også næsten dømt til at gå galt, dels på grund af det kognitive overload i arbejdshukommelsen, men i lige så høj grad fordi lagringen i langtidshukommelsen kræver at der er hele tre eksisterende skemaer der kan anvendes – Johnstone (2000) kalder det *usable points of attachment*. Det er ikke så sandsynligt at eleverne har alle de relevante forudsætninger, så det der ofte vil ske er at den nye information på sin vej til langtidshukommelsen ændres til at passe til de allerede eksisterende skemaer.

Et illustrativt eksempel på hvordan der er forskel på begyndere og mere erfarne kemikere er givet af Johnstone og Kellett (1980) (Figur 2).



Figur 2

En erfaren kemiker genkender hurtigt esterbinding og methyl- samt ethylgruppen. En person uden noget kendskab til kemi vil se 14 bogstaver og nogle streger. En sådan person vil have meget svært ved at gengive figuren, mens den erfarne kemiker uden problemer kan gøre det. Antallet af chunks er forskelligt for de to typer personer på grund af deres erfaring. Når man skal lære at forstå kemiske strukturer går man igennem en række trin, hvor de chunks man opererer med i korttidshukommelsen gradvist bliver større. Man kan altså ikke have *flere* chunks i arbejdshukommelsen, men alligevel huske og bearbejde mere, hvis man kan øge størrelsen af de

chunks man skal huske.

I mit forløb med de to klasser ser vi på ioner og ionforbindelser. For at forstå dette område arbejdes der med mange begreber på en gang:

- Forskel på metaller og ikke-metaller
- Symboler for de enkelte grundstoffer
- Placeringen i det periodiske system (i relation til antal elektroner i valensskallen)
- Forståelse for elektronen som en lille negativ partikel
- Grundstoffer og kemiske forbindelser er elektrisk neutrale
- Ioners ladning i relation til optagelse eller afgivelse af elektroner
- Ionforbindelsers forskellige opløselighed
- Hvornår der er tale om en ionforbindelse
- Massebevarelse i ionreaktionsskemaer
- Ladningsbevarelse i ionreaktionsskemaer
- Tilskuerioner

Med CLT tanken kan nogle af disse begreber læres udenad – jeg plejer at definere en kategori for eleverne der hedder s.e.d.b. ("sådan er det bare"), og for eksempel så hører det først punkt i listen ovenfor til denne kategori. Alligevel bruger nogle elever meget energi på at forsøge at forstå eksempelvis hvorfor oxygen ikke er et metal, mens magnesium er, fremfor at acceptere at det er sådan. Eleverne skal hjælpes til at forstå hvad der skal forstås, og hvad der med fordel "bare" skal accepteres. De stritter meget imod s.e.d.b., men efterhånden som de opdager, at det er for at hjælpe dem til at sortere i hvad der skal arbejdes med at forstå, så ser de at det er en lettelse.

I området med ioner og ionforbindelser er der – uanset parkeringen af nogle af begreberne i s.e.d.b.-kategorien – mange begreber at jonglere med samtidig, og det er næsten dømt til at give overbelastning i arbejdshukommelsen.

Når eleverne skal se på en fældningsreaktion skal de gennemskue en blanding af to opløsninger, hver med 2 forskellige ioner. De skal slå op i et skema for at finde ud af om nogle af de nye kombinationer er tungtopløselige. De skal afstemme ionreaktionsskemaer med korrekt ladning.

Når en erfaren kemiker blander sølvnitrat med magnesiumchlorid, så springes der mentalt til den relevante del af reaktionen, og reaktionen kan opskrives:  $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$

Den uerfarne elev skal have alle ioner med:  $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) + NO_3^- + Mg^{2+}$  og derefter indse at der skal afstemmes til

$2Ag^+(aq) + 2Cl^-(aq) + 2NO_3^- + Mg^{2+} \rightarrow 2AgCl(s) + Mg^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq)$   
og så til sidst opskrive  $2AgNO_3(aq) + MgCl_2(aq) \rightarrow 2AgCl(s) + Mg(NO_3)_2(aq)$

Vi kræver meget af dem her!

## Tværfaglighed med skriftligt produkt som mål

Tværfaglig er ifølge ordbogen<sup>11</sup> et adjektiv, der betyder ”som indebærer samarbejde mellem eller inddragelse af flere forskellige fag”, og tværfaglighed har gennem de seneste gymnasireformer fået en tydelig plads i bekendtgørelse og tilhørende læreplaner. Med 2005-reformen dukkede *Almen Studieforbereelse (AT)* op, hvor mindst 20 % af undervisningstiden i grundforløbet, og 10% i studieretningsforløbet, skulle bruges til *samarbejde og sammenhæng mellem fagene*.<sup>12</sup> Kravet til samarbejdet inden for AT var i begyndelsen så bundet, at det skulle foregå mellem fag fra forskellige fakulteter – dette krav blev senere løst. Alle fagene indeholdt i deres læreplaner desuden formuleringer om samarbejde, samspil og samordning fagene imellem. Med 2017-reformen tales der om *fagligt samspil*.<sup>13</sup>

I daglig praksis bruges begrebet tværfaglighed om enhver situation hvor to eller flere fag samarbejder – uanset omfang og praktisk udførelse. Når man ser på tværfaglighed overordnet, findes der flere typer. En dansk oversigt over kategorier findes i *Tilstræbt og realiseret tværfaglighed i universitetsundervisning* (Lindvig og Ulriksen (2016)), hvor listen består af *mangefaglighed, flerfaglighed, støttfaglighed, mellemfaglighed og overskridende faglighed*. I mangefagligheden og flerfaglighed er der typisk et fælles emne, men med

---

<sup>11</sup> Ordnet.dk

<sup>12</sup> <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=96920>  
(kort efter blev andelen nedskåret til 10% i hele gymnasietiden  
(<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=120390>)).

<sup>13</sup> <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=186027>

forskellige vinkler på det faglige indhold, og med større samarbejde fagene imellem når der tales om flerfaglighed i forhold til mangefagligheden. Når der tales om støttefaglighed, så er der typisk et dominerende fag, der kræver noget af de øvrige fag (f.eks. kendskab til bestemte modeller i matematik). I mellemfagligheden er der typisk en problemstilling der skaber noget nyt mellem fagene, men hvor faggrænserne stadig er tydelige – og i den overskridende faglighed er faggrænserne udviskede i forhold til et fælles område.

I *Gymnasiepædagogik-Fag, hovedområder og fagligt samspil* (Dolin (2013)) pointerer forfatteren at der er både fordele og ulemper i det tværfaglige samarbejde. For de faglige samarbejder taler at virkeligheden ikke er særfaglig, og at det derfor er både nødvendigt og naturligt at skulle inddrage flere fag. For taler også, at en behandling af et emne i flere faglige sammenhænge kan give eleverne bedre forståelse når de ser emnet fra flere vinkler. Motivation og udfordringer for eleverne er endnu et område der taler for, og ligeledes evnen til at overføre viden til nye sammenhænge. Dolin peger endvidere på at det for både elever og lærere kan være en øjenåbner at arbejde i faglige sammenhænge man ikke nødvendigvis kendte til. Hvad angår ulemperne peger Dolin på at der kan være vanskeligheder forbundet med den tid, det kræver at lave planlægning og koordination, samt at lærere kan være usikre på egen faglighed, når man skal arbejde på grænsen af sit fag, og usikkerhed i forhold til de faglige niveauer i samarbejdet.

Min erfaring er at man ikke altid gør sig klart hvilken type tværfaglighed man ønsker, før man går i gang med et samarbejde. Det er ikke nødvendigvis forkert, men kan måske i nogen grad gøre arbejdet med at planlægge et forløb større end det behøvede at være, hvis den forventningsafklaring ikke er på plads på forhånd.

For nogle år siden var jeg med i et større tværfagligt projekt, med fagene kemi, historie, engelsk og fysik. Jeg underviste klassen i kemi.

Projektet udsprang af et Infrace<sup>14</sup>-samarbejde skolen er involveret i, og ”scenen” var Konserveringscentret<sup>15</sup> i Vejle. Den 2.g. klasse vi havde med i projektet fik grundig rundvisning på centeret, og efterfølgende skulle de skrive en krimi på engelsk, der foregik i en veldefineret historisk sammenhæng – og have elementer fra fysik og/eller kemi (inspireret af kemi og fysik de havde mødt på Konserveringscentret) med. Projektet løb over 3 uger, og involverede alle lektioner i de indgående fag, samt en hel dags besøg på Konserveringscentret.

Selve det faglige i projektet stod historie, fysik og kemi for. Hvilken rolle havde engelsk? Som vi så det undervejs, og efterfølgende, så gav det en ekstra indgang til elevernes faglige forståelse i de øvrige fag. En anden *optik* om man vil. Engelskfagligt var der måske lidt

---

<sup>14</sup> *Infrace* er et samarbejde mellem gymnasier og museer i Region Midt

<sup>15</sup> Center for Bevaring af Kulturarv *Konserveringscentret i Vejle*

mere entusiasme i tilgangen til denne mere frie opgave, end i andre skriftlige genrer. I hvert fald havde eleverne svært ved at begrænse sig til de krævede antal sider – det blev nogle ret lange krimihistorier.

I resten af skoleåret – og for dem der efterfølgende opgraderede til kemi A-niveau i 3.g. – brugte vi elementer fra projektet. Ikke nødvendigvis de konkret faglige elementer – men, med elevernes egne ord: ”til at huske med”

- *det var lige som det Rikke havde med i sin historie!*
- *var det ikke det, hun viste os på konserveringscenteret?*
- *det var den gas de brugte til at slå skadedyr ihjel med, ikke?*
- *det var ligesom jorden der blev farvet af metallerne, ikke?*

Den væsentligste erfaring fra projektet handlede for mig om, at det gav eleverne et ekstra redskab til at lagre viden, og til efterfølgende at hente viden fra langtidshukommelsen, fordi der var flere indgange til de samme faglige dele. Der var lavet flere forbindelser i hukommelsesnetværket.

Da vi planlagde dette forløb talte vi om det som et tværfagligt forløb, men ikke om hvilken type tværfaglighed vi mente. Set i bakspejlet fik alle fag noget nyt ud af projektet, med et udvidet syn på den kernefaglighed der lå til grund for samarbejdet. Eleverne fik noget ekstra ud over enkeltfagene, og dermed blev det et mellemfagligt samarbejde i den forstand det beskrives hos Lindvig og Ulriksen (2016). I planlægningsfasen vidste vi ikke helt hvad der ville komme ud af det. Der var hos eleverne en følelse af at blive kastet ud i noget de ikke havde prøvet før, og meget usikkerhed om hvordan de skulle gribe det an at flette både kemi, fysik og historie ind i deres krimifortælling. Da først produkterne lå der, var der ingen tvivl om at de allerede der havde fået et godt fagligt udbytte i alle fagene. Og så var der langtidseffekten, som jeg selv bemærkede i kemi, men som også var til stede for de øvrige fag.

Det gode udbytte af dette forløb gav anledning til at stille disse forskningsspørgsmål:

## **Forskningsspørgsmål**

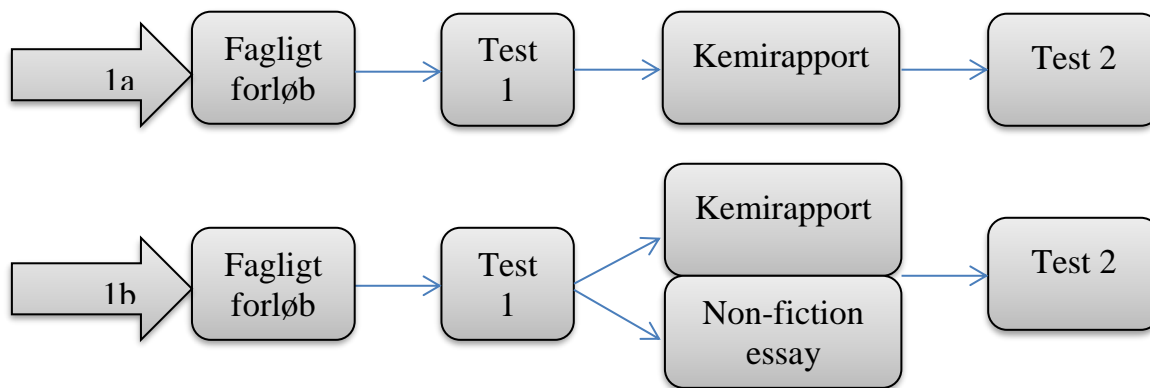
Kan effekten af en tværfaglig intervention i et fagligt forløb registreres?

Kan et tværfagligt forløb være meget kort, og alligevel bidrage til fagene og elevernes læring?

## **Skitse over interventionsforløb**

For at svare på forskningsspørgsmålene skulle et kort tværfagligt samarbejde etableres. For at måle på effekten af forløbet, skulle det sikres at jeg havde en kontrolgruppe, som jeg med god sikkerhed kunne sammenligne med den gruppe der var involveret i det tværfaglige forløb.

Min undersøgelse af en interventions effekt blev foretaget i klassen *1b*. Klassen *1a* fungerede som kontrolklasse i hele forløbet, og de to klasser blev undervist (i kemi) så parallelt som skemaet tillod. I *1b* blev en enkelt tværfaglig lektion (med engelsk som andet fag) afholdt, og klassen skulle skrive et non-fiction essay baseret på indholdet af lektionen. Klassernes faglige forståelse blev testet to gange. Forløbet er vist i oversigtsform i Figur 3. Det samlede antal lektioner i kemi var ens for klasserne i perioden, og den samlede mængde fordybelsestid<sup>16</sup> i klasserne i alle fag var ligeledes ens i perioden. En del af fordybelsestiden i *1b* var afsat til den engelske essayopgave, hvor *1a* skrev en anden type engelskopgave.



Figur 3 Oversigt over forløbet i de to klasser

### Om klasserne. Forsøgsklassen og kontrolklassen.

*1b* der arbejdes med er en klasse med naturvidenskabelig studieretning (biologi A og kemi B).

Klassen består af 22 elever, der kommer fra alle 5 grundforløbsklasser, det samme gælder *1a*, der fungerer som kontrolklasse og ligeledes har kemi B som studieretningsfag. Jeg underviser begge klasserne i kemi.

*1a* er læst så vidt muligt parallelt med *1b*<sup>17</sup>. De afleverede samme rapport om fædningsreaktioner, og deres rapporter er scoret på samme måde. Begge klasser blev udsat

<sup>16</sup> Tid afsat til elevernes selvstændige skriftlige arbejde i fagene

<sup>17</sup> Skemaet har ikke altid gjort det muligt at lave komplet parallelitet, men emne, eksperimentelt arbejde og afleveringer har fulgt samme mønster i de to klasser.

for samme test umiddelbart efter afslutning af forløbet om ionforbindelser, og en repetitionstest efter tilbagelevering af rapporterne, og for 1b's vedkommende deres non-fiction essay. Med forbehold for at der er tale om to forskellige klasser kan deres faglige udvikling følges sideløbende. I den aktuelle periode er den eneste forskel i deres kemiundervisning at 1b har været igennem en inddragelse af kemiindhold i en engelsk skriftlig aflevering. Deres øvrige undervisning adskiller sig i deres studieretningsfag, hvor 1a har matematik A, fysik B og kemi B, mens 1b har biologi A og kemi B (og matematik på B uden at det er studieretningsfag).

Klasserne er ved første øjekast ikke helt sammenlignelige niveaumæssigt, som det fremgår af terminskaracter i de skriftlige discipliner i dansk, engelsk og kemi (Tabel 1, Tabel 2 og Tabel 3), idet 1a ser ud til at ligge højere karaktermæssigt i disse skriftlige discipliner end 1b. Skriftlig dansk er medtaget for at se på elevernes skriftlige formuleringsevne, hvor det ikke samtidig indebærer et fremmedsprog. I skriftlig dansk ligger 1a på en middelværdi på 7,1 mod 1b, der næsten ligger et karakterpoint under på 6,2. Der er lidt forskel på spredning på karaktererne, med en anelse større spredning i 1a (2,5 mod 2,1 i 1b). I skriftlig engelsk er billedet næsten det samme, med lidt mindre forskel i klassernes middelværdi, 1a ligger på 7,4 og 1b ligger 0,7 karakterpoint under på 6,7.

	1a Skriftlig dansk			1b skriftlig dansk			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
karakter	7,11	2,56	27	6,23	2,20	22	-0,48; 2,25	1,30	47

Tabel 1 Karakterer i skriftlig dansk, begge klasser

	1a skriftlig engelsk			1b skriftlig engelsk			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
karakter	7,44	2,15	27	6,73	1,83	22	-0,43; 1,86	1,26	47

Tabel 2 Karakterer i skriftlig engelsk, begge klasser

	1a skriftlig kemi			1b skriftlig kemi			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
karakter	7,33	2,54	27	6,86	2,95	22	-1,14; 2,08	0,59	42

Tabel 3 Karakterer i skriftlig kemi, begge klasser<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Bilag 1



Der er lidt mindre forskel på spredningen her (2,1 i 1a mod 1,8 i 1b). Forskellen på de to klaser er mindst i kemi, hvor 1a har en middelværdi på 7,3 og 1b på 6,9. Her er spredningen større i 1b, men fortsat ikke nogen stor forskel (2,5 i 1a og 2,9 i 1b). En forsigtig fortolkning af dette karaktermønster kan være at 1b er forholdsmæssigt bedre til kemi, end til at formulere sig skriftligt forhold til 1a. Dette bakkes op af resultatet af den første kemitest (Tabel 4), hvor klasserne klarer sig omtrentligt lige godt, og det ser således ud til at klasserne stod nogenlunde lige i kemi, inden skrivningen af kemirapporten. En t-test på middelværdierne afslører at de ikke afviger signifikant fra hinanden på 95% konfidensniveau (Tabel 1, Tabel 2 og Tabel 3) i nogen af de skriftlige fag, og jeg anser det dermed for sikkert at anvende 1a som kontrolklasse i forhold til undersøgelsen.

## Rationale og udformning af opgaverne

### Pre-test og post-test

Ved afslutningen af forløbet om ioner og ionforbindelser, dvs. efter alle lektioner var afholdt og umiddelbart efter at forsøg om fældningsreaktioner var udført, fik eleverne en kort faglig test. Testen bestod af 10 spørgsmål spredt i emnet, med forholdsvis lav sværhedsgrad. Efter at klasserne har arbejdet med kemirapporten stilles endnu en test, med højere sværhedsgrad (større krav til graden af forståelse), men med spørgsmål af samme type som den første test.

Eleverne måtte bruge bog og noter (incl. de tilbageleverede og kommenterede rapporter) til testene. Der var krav om begrundelse af deres svar for at få fuldt pointtal. Begge test var på papir, og til begge test fik de 45 minutter. Det var tilstrækkelig tid til at stort set alle nåede alle spørgsmål.

Alle spørgsmål blev vægtet lige i bedømmelsen.

Spørgsmålene til begge test ses i Figur 4 nedenfor.

Test 1	Test 2
Hvad forstår man ved en ion?	Hvad er en ionforbindelse? Giv et eksempel.
Hvilken ladning har ioner af følgende grundstoffer: Na, F, O, Mg ? Hvad hedder ionerne?	Hvad er reglen for dannelse af grundstofioner? Vis et eksempel.
Hvad er et ionforbindelse? Giv et eksempel.	Forklar hvordan ionforbindelser sammensættes.
Hvad er reglen for sammensætning af ionforbindelser?	Forklar processen der sker når havvand inddampes.
Forklar hvad det vil sige at KCl opløses i vand. Opskriv reaktionsskemaet for opløsningen.	Hvad vil det sige at et salt opløses i vand? Opskriv reaktionsskemaet for et selvvalgt eksempel.
Kan AgCl opløses i vand?	Hvad er forskellen på let- og tungtopløselige salte?
Hvad består bundfald af?	Kan BaCl <sub>2</sub> opløses i vand?
Hvilken ionforbindelse kan dannes af disse ioner: Fe <sup>3+</sup> og Cl <sup>-</sup> ? Hvad er ionforbindelsens navn?	Hvilken ionforbindelse kan dannes af disse ioner: Fe <sup>3+</sup> og SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ? hvad er ionforbindelsens navn?
Hvad er formlen for Kobber(II)nitrat?	Hvad er formlen for aluminiumsulfat?
Forklar hvad der sker i en fældningsreaktion.	Opskriv den rektion der sker ved sammenblanding af AgNO <sub>3</sub> (aq) og CuCl <sub>2</sub> (aq).

Figur 4 Pre-test- og Post-test-spørgsmålene

## Forsøg og rapport

### Kemifaglig baggrund før essayopgaven

Naturvidenskab i grundforløbet har været tilrettelagt ens for alle grundforløbsklasserne, hvor de I NV som et af de to forløb<sup>19</sup> har arbejdet med regnskoven i fagene biologi og kemi. Vi har blandt andet set på fældningsreaktioner i forhold til næringsstoffer i regnskoven, og alle klasserne lavede et simpelt forsøg om fældningsreaktioner og gennemgik lidt om ioners navne og sammensætning.

<sup>19</sup> Det naturvidenskabelige grundforløb tilrettelægges som mindst to flerfaglige, tematiske forløb med afsæt i aktuelle problemstillinger med naturvidenskabeligt indhold. (læreplan i naturvidenskabelig grundforløb, Bilag 2)

Set i relation til sværhedsgraden i den indgående kemi i forhold til elevernes erfaringsgrundlag var dette emne ikke det mest hensigtsmæssige valg, men der var nogle praktiske forhold der blev bestemmende for valget.

Undervisningen i det efterfølgende studieretningsforløbet havde traditionel tilgang til start på kemi, lærebogens<sup>20</sup> opbygning blev fulgt – dvs. først om grundstoffer og det periodiske system, og modelbegrebet for atomet, dernæst om ioner og ionforbindelser. Efter NV i grundforløbet burde alle have grundlæggende kendskab til ioner og fældningsreaktioner, men kapitlet om ioner og ionforbindelser krævede alligevel en del tid. Klasserne udførte et klassisk forsøg om fældningsreaktioner, hvor forsøget er en del udvidet i forhold til forsøget fra grundforløbet, blandt andet med anvendelse af fældningsreaktionerne og krav om formulering af hypoteser hertil<sup>21</sup>. Klassen skulle skrive sin første kemirapport over dette forsøg, og rent tidsmæssigt blev rækkefølgen som beskrevet i Figur 3.

Eksperimentelt arbejde har traditionelt en fremtrædende rolle i undervisningen i naturvidenskab, som en etableret del af den naturvidenskabelige måde at arbejde på. I de naturvidenskabelige fags læreplaner fremgår at mindst 20 % af undervisningstiden skal gå med elevernes eget eksperimentelle arbejde i laboratoriet.

Når eleverne forbereder, udfører og efterbehandler laboratoriearbejde ser de et fagligt område udfoldet i praksis. Under forberedelsen, og især i laboratoriet kan de nøjes med at forholde sig til det makroskopiske niveau og til en vis grad symbolniveauet. En succesfuld oplevelse i laboratoriet hænger sammen med en god forberedelse inden øvelsen, og mine klasser skal lave flowchart over øvelsen inden de får lov til at gå i laboratoriet – og det vil være det eneste de må medbringe (ud over skriveredskaber og evt. telefon til at tage billeder undervejs). De opdager hurtigt at selv grimme og simple tegninger er bedre end flere linjers tekst når man står i laboratoriet. Og efterhånden får de lært at sortere og systematisere øvelsesvejledningens anvisninger. De fleste noterer observationer ind i flowchartet undervejs, og dermed tjener det (næsten) som laboratoriejournal.

Rapportskrivning er for mange af eleverne en ny skriftlig genre, og jeg brugte i begge klasser en lektion på at gennemgå hvordan en rapport bygges op, og forklare hvad vi forventer i de enkelte kategorier. Eleverne får en skabelon de kan bruge.<sup>22</sup>

I en kemirapport skal eleverne skrive i et meget formelt naturvidenskabeligt sprog, og der kan ikke undgå at være elementer fra alle de forskellige niveauer som kemi arbejder på. De skal gøre rede for hvilken forudgående viden forsøget bygger på – her får man som underviser et godt indblik i deres grundforståelse af emnet, og her er det især

---

<sup>20</sup> Mygind, Helge, Ole Vesterlund Nielsen, and Vibeke Axelsen. *Basiskemi C*, Haase, 2010

<sup>21</sup> Basiskemi C Xperimenter, vejledningen ligger som Bilag 3

<sup>22</sup> Bilag 4

symbolniveauet og det mikroskopiske niveau der kommer i spil, men også i nogen grad det makroskopiske (det afhænger naturligvis af det aktuelle forsøg). Deres beskrivelse af observationer og måleresultater viser lidt om deres håndtering af det makroskopiske niveau. Databehandling kan være mange forskellige ting i kemi – lige fra konkrete beregninger til opskrivning af de udledte reaktionsskemaer, og her handler det mest om symbolniveauet, men med baggrund i det makroskopisk målte, og mikroskopisk beskrevne. Vi forventer derefter en diskussion og konklusion, hvor deres formuleringsevner skal lægges oveni kravet om håndtering af de faglige begreber.

## Essayopgaven

Jeg havde et ønske om at lave et projekt, der i sin grundform mindede om ”krimiprojektet” beskrevet tidligere, men hvor det skulle være mere umiddelbart tilgængeligt og overskueligt. En af forhindringerne for tværfaglige samarbejder er tidsforbrug, både i forhold til planlægning og til antal lektioner der medgår, hvor det faglige udbytte for eleverne helst skal kunne måle sig med det (ofte) ekstra arbejde der ligger i samarbejdet. Samtidig var jeg bundet af ydre, planlægningsmæssige omstændigheder, der indsnævrede mulighederne en del.

Mit ønske var at lade eleverne formulere sig om ”noget fagligt” uden for de traditionelle faglige rammer, på så enkel og tilgængelig måde som muligt.

Der var reelt kun en enkelt af mine klasser, hvor det var muligt at lave noget tværfagligt samarbejde med engelsk. Jeg var ret opsat på at det netop skulle være engelsk, fordi det trækker eleverne lidt ud fra deres komfort zone (i modsætning til hvis det var samarbejde med dansk), uden at trække dem så langt ud at det giver opgaven for højt indgangsniveau. Et kort og overskueligt samarbejde blev sat i værk i 1b.

Ud over bekymring for tidsforbrug er vanskelighed ved tværfaglige samarbejder sjældent lysten til samarbejdet, men de praktiske omstændigheder – lige fra den konkrete mulighed for at placere lektioner så samarbejdet er muligt, til omfanget af samarbejdet i forhold til antal lektioner og dækning af kernestof.

Min engelskkollega og jeg fandt frem til en meget overkommelig model, hvor vi i blot en enkelt lektion begge var sammen med klassen, der skulle have et oplæg til en tværfaglig skriftlig opgave, der tidsmæssigt skulle overlape rapportskrivningen.

I engelsk på B-niveau skal eleverne (blandt andet)

- arbejde med *non-fiction*

- samarbejde med studieretningsfagene
- arbejde med lytte-strategier<sup>23</sup>

I kemi er der krav om at der indgår engelsksprogede tekster.<sup>24</sup>

I engelsk skulle eleverne skrive et *non-fiction essay*, baseret på et oplæg jeg som kemilærer holdt for dem *på engelsk*, i en lektion hvor også engelsklæreren var til stede, hørte oplægget og introducerede opgaven for eleverne. Eleverne kendte ikke på forhånd opgaven, fordi de derved tvinges til at være fuldt opmærksomme på alle detaljer undervejs.

Oplægget var baseret på fotos fra min familieferie i *Death Valley* i 2009. Emnet var valgt fordi det altid er interessant for eleverne når et oplæg handler om mennesker de kender, og især hvis de får et indblik i lærerens privatliv. Samtidig var billederne udvalgt så de viste de områder i Death Valley hvor der var saltsletter, og dermed skulle eleverne opdage at der var *kendt kemi*, selv om jeg bevidst ikke kom eksplicit ind på den kemiske del, men bare fortalte løst og fast om det vi så og oplevede. Eleverne fik alle billeder udleveret på notatark<sup>25</sup> i starten af mit oplæg.

### Opgavebeskrivelse til engelskafleveringen:

*Based on the presentation made by Lone write a paper (max 500 words) in which you answer the questions below.*

*Answer the questions separately.*

- 1. Give an account of the information you were presented with.  
Which facts are important to bear in mind?*
- 2. How do the facts you presented in your answer to question one, relate to one or more of the photographs you were shown?*
- 3. Reflect on how your knowledge of chemistry can help you explain the observations you have made.*

*When writing your essay you are only allowed to use your notes from the presentation, the photographs and your chemistrybook. You have to use relevant terminology.*

---

<sup>23</sup> Bilag 5

<sup>24</sup> Bilag 6

<sup>25</sup> Bilag 7

Samtidig fik eleverne en kort ordliste, som jeg havde lavet, med relevante faglige begreber oversat til engelsk. De havde således alle muligheder for at opdage kemien i naturen i Death Valley ud fra ordlisten, og håbet var naturligvis at de fangede at det lå inden for det emne, som de lige havde arbejdet med i kemi.

Den periode eleverne fik til at skrive det engelske essay var sammenfaldende med skrivningen af rapporten. Hvilken rækkefølge eleverne konkret har skrevet de to opgaver i har vi ikke kunnet styre. Det er kun indholdet der efterfølgende er analyseret.

### Kodning af det faglige indhold i rapporter og essay.

For at kvantificere det faglige indhold har jeg valgt at opstille 4 kriterier, som tilsammen dækker hvad eleverne kan forventes at have af faglig forståelse inden formene på dette tidspunkt i deres kemiforløb<sup>26</sup>.

Kemirapporter og engelskopgaver blev derefter læst igennem, og en score for hvert kriterie blev givet.

#### Kriterie 1: Forståelse for ionbegrebet og ionforbindelser

0: Ioner nævnes ikke, ionforbindelser indgår ikke i beskrivelsen. Ordet *salt* bruges uden at det er klart at der er tale om en ionforbindelse.

1: Der er ingen indikation af forståelse for at salt = ionforbindelse (salt = NaCl "kun"), men ordet salt bruges korrekt (i betydningen ionforbindelse) i opgaven. Ioner præsenteres, men kort og/eller upræcist.

2: Ionforbindelser præsenteres fyldestgørende (i forhold til hvad der kan forventes på dette tidspunkt)

#### Kriterie 2: Opløselighed

0: Opløselighed forklares ikke

1: Opløselighed nævnes, men forklares ikke – evt nævnes tungt- og letopløselige forbindelser uden tegn på forståelse

2: Opløselighed forklares fyldestgørende (i forhold til hvad der kan forventes på dette tidspunkt)

#### Kriterie 3: Fældning

---

<sup>26</sup> 0-B fra november i 1.g. til sommer 2.g., dvs på tidspunktet for opgaverne har de 2 måneder kemiundervisning bag sig.

0: fældning er ikke korrekt forklaret

1: Fældning kobles sammen med opløselighed, men ikke fyldestgørende

2: Fældning forklares fyldestgørende (i forhold til hvad der kan forventes på dette tidspunkt)

Kriterie 4: Sammenhæng mellem det mikroskopiske og det makroskopiske niveau

0: Der er ingen tydelig forståelse for at der er sammenhæng mellem det mikroskopiske og det makroskopiske

1: Der er en vis forståelse, men den ligger implicit i teksten

2: Der vises en klar forståelse for sammenhængen mellem det mikroskopiske og det makroskopiske

Der kan således opnås fra 0 til 8 point. Kravet til elevernes abstraktionsniveau øges fra kriterie 1 til 4.

Kriterie 1 kan besvares til 2 point ved at nævne at ioner er atomer eller molekyler der har afgivet eller modtaget en eller flere elektroner (det er næsten den remse de alle kommer med fra grundskolen) og f.eks. ioners ladning i forhold til oktetreglen. Kriterie 2 kan besvares til 2 point ved at omtale let/tungtopløselig ud fra grænseværdier, og ved at nævne tabel over let- og tungtopløselige forbindelser fra bogen og lidt om opløselighed ud fra vands polaritet (her kræves lidt mere abstraktion).

Kriterie 3 kræver yderligere abstraktion, idet eleverne skal forstå at de blander to opløsninger, med hver to forskellige ioner, sammen, og så går ionerne sammen på tværs af de oprindelige opløsninger, og kan lave et bundfald. Der er flere bolde i luften for at forklare det udtømmende.

Kriterie 4 ligger på tværs af de øvrige kriterier, og kræver forståelse for f.eks. at der faktisk *er* ioner tilstede i den klare opløsning, selv om vi ikke kan se dem. Hvis de i forbindelse med opløselighed får vist eller forklaret hvordan vandmolekylets polaritet gør at vandmolekylerne orienterer sig efter ionens ladning og bærer ionen ud i opløsningen – og at saltet derfor tilsyneladende ”forsvinder”, har de demonstreret den forståelse der kræves til kriterie 4 på dette niveau.

Denne scoring gør det muligt at vurdere (eventuelle) forskelle mellem klasserne kvantitativt gennem t-tests.

### Scoring af kemirapporter og engelsk non-fiction essay

Kemirapporterne blev scoret for begge klasser ud fra kriterierne ovenfor, og alle scoringer blev foretaget udelukkende af mig

### Eksempler på scoring

Point der opnås, udløses naturligvis af hele opgaven, uanset om det er rapporten eller den engelske opgave. For at vise hvad der kan udløse en score på 1 eller 2 har jeg valgt uddrag af rapporter og opgaver – de giver ikke det fulde billede, men illustrerer hvordan eleverne formulerer sig. Ved eksemplerne på scoren 1 er der ikke andet i teksten der direkte viser forståelse indenfor kriteriet, mens en score på 2 godt kan have flere steder i opgaven der viser forståelsen.

En score på 0 vises ikke – enten er der intet med i opgaven, eller det er helt forkert. I de to klasser var der tale om mangel snarere end fejl, for stort set alle der fik scoren 0.

Kemirapporterne er skrevet ind i en skabelon, og dermed ligger mange af formuleringerne i bestemte dele af rapporten, så her er scoringen forholdsvis let.

Eksempler på formuleringer der udløser en score på 1 eller 2 i **kriterie 1** i kemirapporterne:

*(1) Ioner er et atom som har afgivet eller optaget en elektron. Når de har enten optaget eller afgivet en eller flere elektroner får de en elektrisk ladning*

*(1) En ionforbindelse er en binding mellem to ioner, dvs. en binding mellem en positiv og en negativ ladet ion.*

*(2) I ionforbindelser indgår der ionbindinger, ionbindinger er en binding mellem et metal og et ikke-metal. Her enten afgiver eller optager atomerne elektroner for at opnå ædelgasstruktur. Dermed ændrer atomerne sig til enten negative eller positive ioner. Som tiltrækkes af den modsatte ladning.*

*(2) Atomere vil gerne opfylde oktetreglen og ligne ædelgasserne. Det kan de gøre ved at afgive eller optage elektroner så de får en ladning. For at de kan gøre det, skal der være et atom, som vil optage eller afgive de elektroner som det første atom gerne vil have/afgive. Derfor går atomer i ionforbindelser, hvor de kan hjælpe hinanden med at opfylde oktetreglen. Det kaldes en ionforbindelse af simple ioner. Nogle atomer kan også gå sammen om at have en fælles ladning. Det kaldes sammensatte ioner*

De to første formuleringer ”husker” hvad ioner er, og husker at få det med i rapporten.

Senere i rapporten afstemmes ionreaktionsskemaer også, så der er en forståelse for ladning og ladningens fortegn, men det bliver ikke formuleret med ord, og dermed giver det en score på 1 ud fra de formulerede kriterier.

De to sidste formuleringer er fyldestgørende, og udløser derfor en score på 2.

Eksempler på formuleringer der udløser en score på 1 eller 2 i **kriterie 4**



(1) ... vi ser ikke ionerne, kun når de laver bundfald...

(1) ... måden man ser ioner er ikke at vi kan se dem, men at opløsningen er klar...

(2) Resultaterne af forsøgene understøtter det teoretiske koncept bag fældningsreaktioner. I forsøget fremgår det også ganske tydeligt, hvordan to letopløselige salte i en vandig opløsning kan splittes totalt i ioner, og derefter samle sig i en helt anden ionforbindelse. Dette træder helt klart frem i forsøget, på både makro- og mikroskopisk plan. Dog er forsøget kvalitativt, altså indeholder det ingen præcise målinger, dermed er det primære fokus i forsøget makroskopisk, så forsøgets umiddelbare resultater er primært stammende fra hvad vi kan se

De to første formuleringer antyder en forståelse af at der er to niveauer, men der er ikke andet i teksten der præciserer det. Dermed udløses scoren 1 i forhold til de opstillede kriterier. Den sidste formulering forholder sig derimod mere præcist og fyldestgørende til det, og det udløser scoren 2.

Fra engelskopgaverne er formuleringerne, i modsætning til i kemirapporterne, indskrevet i flydende tekst, og derfor kan nedenstående tekst udløse point i flere af kriterierne, og omvendt kan der være opgaver hvor der er brudstykker i hele teksten der tilsammen giver point.

*Ionic compounds are “made of” a metal and a non-metal. The metal is positively charged, the non-metal is negatively charged and because of their charging, they are attracted. Together their charging has to be neutral.*

*There are a lot of different ionic compounds, and some of them are toxic. Another word for ionic compounds is salt. In this photo you can see some of the last water in Death Valley, and the water is very salty. The white spots, which stick out of the water, are salt. The salt in the water is invisible because it is in aqueous solution, and because the ionic compounds are poorly soluble salt, which would precipitate. Even though they are easily soluble ionic compounds, they are salt.*

Tekstuddraget er fra del 3 i engelskopgaven – eleven har også i punkt 1 og 2 haft formuleringer der bidrager til scoringen, og alt i alt er det en elev med en score på 8. Dette uddrag giver 2 i kriterie 1 og kriterie 4, og bidrager væsentligt til scoren i kriterie 2 og 3.

Det næste uddrag rummer alt hvad der giver point hos den pågældende elev:

*The heat causes the water to evaporate and when that happens only the salt is back, and then the “salt pans” is created – a surface with salt.*

*Even though most of the water in Death Valley has evaporated, there is still small places with water, however it is very salty. The “salt pans” are a lot of ionic compounds in big quantities.*

*Salt is a neutral connection between metallic and non-metallic ionic compounds. They are in dry solid form crystals (salt crystals). There are all kinds of ionic compounds in the salt pans.*

*Water is actually able to dissolve salt, but only in a limited amount, but because of the very high salt concentrations in Death Valley the process cannot happen*

Fin beskrivelse af ionforbindelser, og forståelse for opløselighed, og implicit af fældning. Uddraget her giver en score på 2+2+1(+0).

## Resultat

### Test før og efter de skriftlige produkter

Resultatet af de to test ses i Tabel 4. Når man kigger på klassernes resultater, ser man en stort set uændret score for 1a (fra 65 til 68 %), mens 1b ser ud til at forbedre sig (fra 67 til 74 %). En t-test på klassernes score viser at klasserne ikke afviger fra hinanden før testen, og heller ikke efter testen, om end der faktisk er forskel mellem klasserne i test 2 allerede hvis man går til 94% konfidensinterval ( $p=0,0546$ ). Ser man på klasserne i forhold til sig selv, er der ingen forbedring i 1a, men en signifikant forbedring i 1b.

Testresultat	Test 1	Test 2	
1a (27 elever)	65 %	68 %	Forbedring er ikke signifikant
1b (22 elever)	67 %	74 %	Forbedring er signifikant
	Forskel er ikke signifikant	Forskel er ikke signifikant	Konfidensniveau 95%

Tabel 4 Resultat af to kemitest - før og efter rapportskrivning (værdier i tabel 5)

	Test 1 1a			Test 1 1b			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
Pointtal i test	65,1	7,32	27	67,0	9,44	22	-6,89; 3,05	-0,78	39
	Test 1 1a			Test 2 1a			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
Pointtal i test	65,1	7,32	27	68,0	8,12	27	-7,11; 1,33	-1,37	51
	Test 2 1a			Test 2 1a			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
Pointtal i test	68,0	8,12	27	74,1	12,3	22	-12,25; 0,13	- 1,99	35
	Test 1 1b			Test 2 1b			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
Pointtal i test	67,0	9,44	22	74,08	12,28	22	-13,70; - 0,35	- 2,12	39

Tabel 5 Pre- og post-test, statistiske værdier<sup>27</sup>

Test 2 var sværere end test 1, men begge klasser fastholder eller forbedrer den gennemsnitlige testscore efter at have arbejde med stoffet i rapportskrivning. Det at skrive en kemirapport giver ofte anledning til at få kigget ekstra på stoffet, med mulighed for større faglig sikkerhed. En efterfølgende test skal have højere sværhedsgrad, og forventes at give samme, eller lidt bedre resultat.

1b's forbedring er signifikant, og da de samtidig med rapportskrivningen har arbejdet med non-fiction essay er det oplagt at tillægge denne opgave betydning i forhold til det faglige niveau. Omvendt kan alene det at de har arbejdet endnu en gang med emnet, uanset kontekst, være nok til at give større faglig sikkerhed. Det er derfor ikke aldeles sikkert at det er interventionen (alene) der kan tilskrives forbedringen i testen.

Begge klasser har arbejdet med kemirapport mellem de to test, og da test 2 er sværere end test 1, har de med en uændret eller større testscore forbedret deres faglige niveau (i forhold

<sup>27</sup> Bilag 8

til det testene måler). Selv om de to middelværdier for 1a ikke er signifikant forskellige kan de alligevel godt være udtryk for en forbedring, og for at undersøge dette er Hedges' g udregnet for begge klasser. Hedges' g angiver *størrelsen af en effekt* og kan her bruges for at se på om der er sket noget fra test 1 til test 2 for de to klasser. (Tabel 6)

	Hedges' g	Effektstørrelse
1a	0,38	Lille til medium
1b	0,65	Stor

Tabel 6 effektstørrelse fra test 1 til test 2, begge klasser

Den angivne effektstørrelse skal fortolkes med forsigtighed – hvornår en effekt er stor afhænger jo i høj grad af hvad det er man måler. Intervallerne for effektstørrelsen skifter fra lille, til medium til stor ved værdierne 0,2; 0,5 og 0,8. 1a *har* altså forbedret sig – en anelse, mens 1b har forbedret sig mere mærkbart.

Hverken t-test eller Hedges' g "ved" at testen er sværere, og et andet valg kunne have været at lave test 2 med samme sværhedsgrad som test 1, og må den måde få et mål på *hvor meget* de konkret har forbedret sig på den samme viden. Jeg finder det mere interessant at se på hvordan de håndterer en højere sværhedsgrad. På den måde undersøges om de kan anvende den viden de viste i test 1, snarere end om de har mere af samme viden.

## Score i kemirapporterne

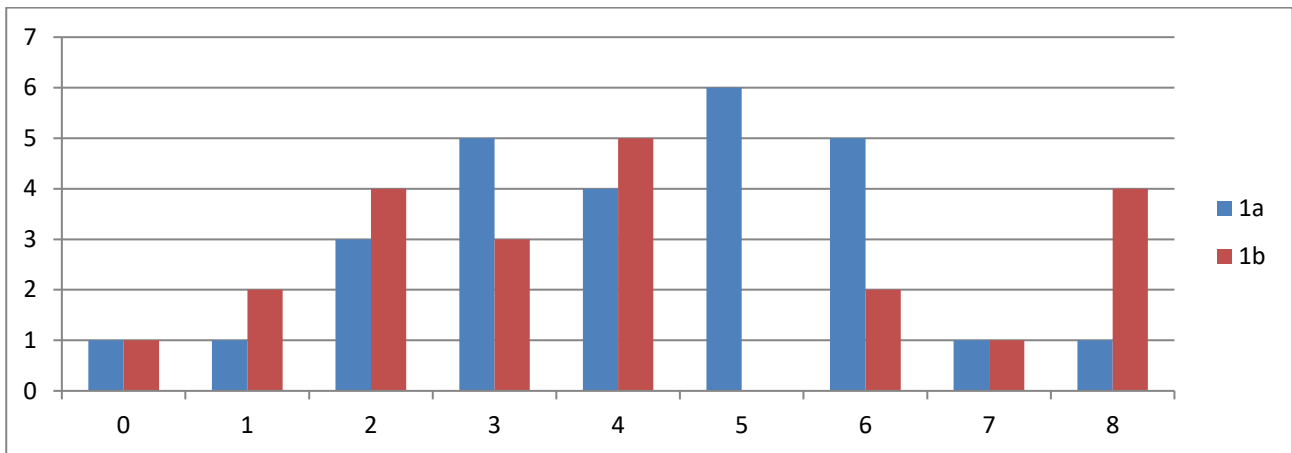
Hvis man ser på resultatet af scoringen i kemirapporten (Tabel 7) ses at middelværdien for de to klasser ligger temmelig tæt, 4,2 for 1a og 4,1 for 1b. Forskellen er ikke signifikant<sup>28</sup>. Der er dog noget større spredning i 1b end i 1a og forskellen i spredning er lidt større end det sås i de skriftlige karakterer.

	1a kemirapport			1b kemirapport			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
kemiscore	4,19	1,88	27	4,09	2,52	22	-1,22; 1,41	0,15	38

Tabel 7 score i kemirapporter, begge klasser

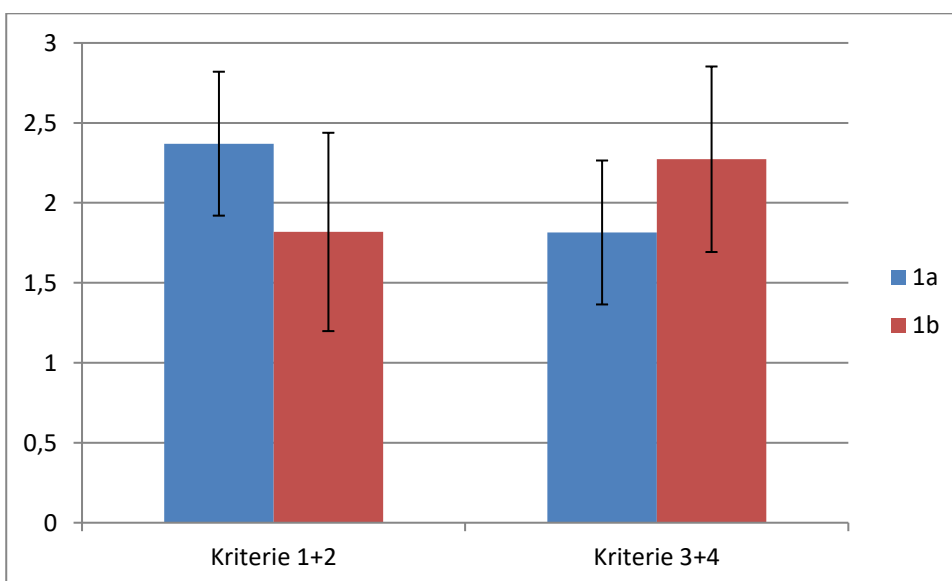
<sup>28</sup> Bilag 9

Figur 5 illustrerer pointenes fordeling i klasserne. Hvor 1a ser ud til at være nogenlunde normalfordelt er 1b en anelse to-puklet. Det ville normalt tale imod at foretage en t-test for at sammenligne middelværdierne, men jeg har fastholdt t-test til sammenligningen fordi man får flere oplysninger ud af testen.



Figur 5 Pointfordeling i kemirapport begge klasser

Da scoringen er foretaget i ude fra 4 forskellige kriterier, er det oplagt at se på hvordan klassernes score fordeler sig inden for kriterierne. Fordelingen i point indenfor de 4 kriterier er afbildet i Figur 6, idet jeg har slået de to første kriterier sammen, hvor kravet til abstraktion ikke er så højt, og ligeledes kriterie 3 og 4 hvor abstraktionsniveauet er højere end i 1 og 2.



Figur 6 fordeling af score på kriterierne (95 % konfidensinterval)

Det er fristende at læse Figur 6 sådan, at det ser ud til at 1b klarer sig bedre på de højere abstraktionsniveauer i forhold til 1a. Der er imidlertid ingen signifikant forskel på middelværdierne (Tabel 8).

	1a Kriterie 1+2			1b kriterie 1+2			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
kemiscore	2,37	1,15	27	1,82	1,40	22	-0,20; 1,30	1,49	40
	1a Kriterie 3+4			1b kriterie 3+4			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
kemiscore	1,81	1,44	27	2,27	1,31	22	-1,18; 0,26	- 1,28	42

Tabel 8 score for sammenlagte kriterier, sammenligning mellem 1a og 1b<sup>29</sup>

### Kemirapport og engelsk opgaven i 1b.

De engelske essays blev scoret efter de samme kriterier, og nøgletallene ses i Tabel 9, hvor det nu er 1b der sammenlignes på tværs af opgaver, og der foretages derfor en parret test.

	1b kemirapport			1b engelskessay			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
kemiscore	4,09	2,52	22	4,55	2,32	22	-1,91; 1,00	0,65	21

Tabel 9 score i kemirapport og engelskessay for 1b<sup>30</sup>

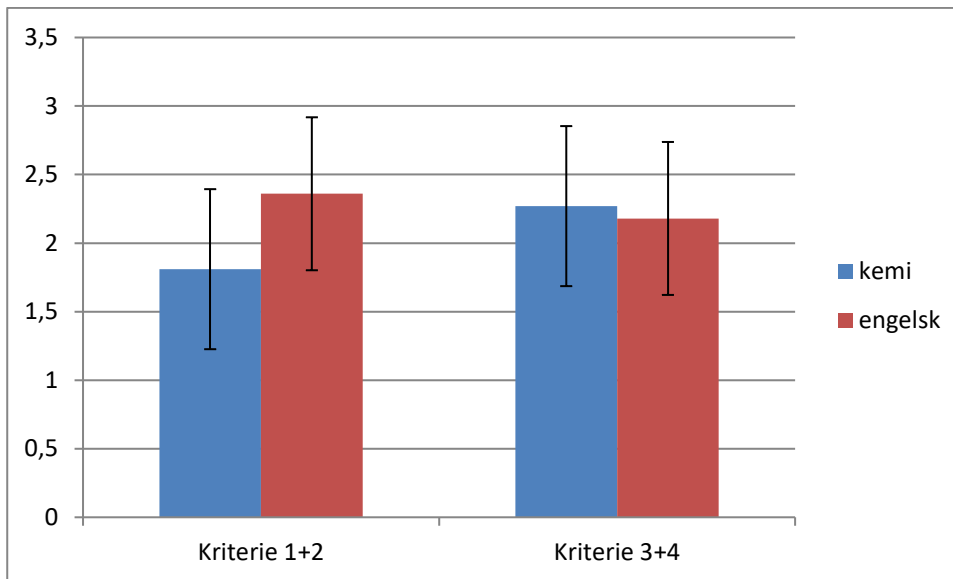
Tallene viser at middelværdien for klassens score for kemiindhold i engelsk opgaven ligger lidt højere end scoren for kemiindhold i den traditionelle kemirapport – spredningen i de to opgavetyper er sammenlignelig, og forskellen i middelværdi er ikke signifikant.

En sammenligning af scoren fordelt på de 4 kategorier ses i Figur 7, og vi ser her at den højere score i engelsk opgaven hentes i de to kriterier med det laveste krav til abstraktion, men der er ingen signifikant forskel i de sammenlagte kriterier (se Tabel 10)<sup>31</sup>

<sup>29</sup> Bilag 10

<sup>30</sup> Bilag 11

<sup>31</sup> Bilag 12



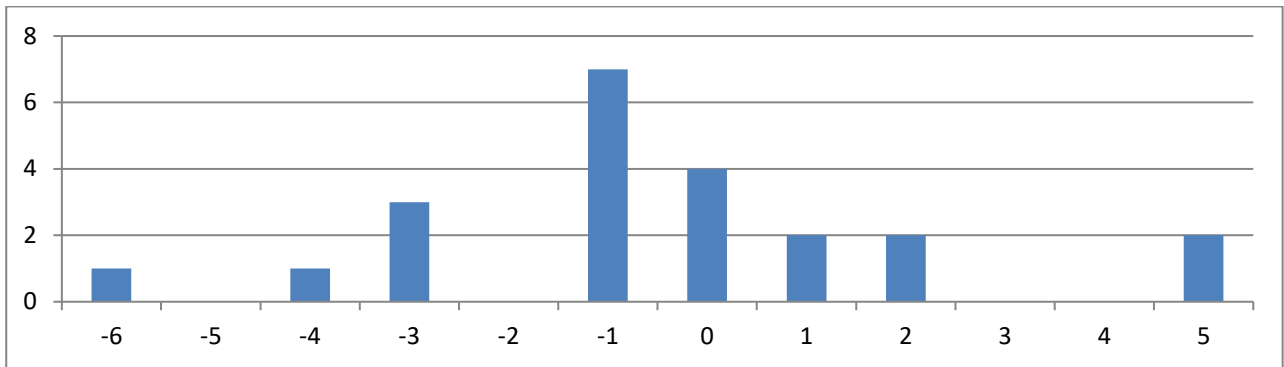
Figur 7 Sammenligning af score i de to opgavetyper for 1b  
95% konfidensinterval.

	Kemirapport Kriterie 1+2			Essay kriterie 1+2			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
kemiscore	1,81	1,40	22	2,36	1,21	22	-1,15; 0,06	-1,87	21
	Kemirapport Kriterie 3+4			Essay kriterie 3+4			95% konfidensinterval for forskel i middelværdi	t	DF
	Middelværdi	SD	N	Middelværdi	SD	N			
kemiscore	2,27	1,31	22	2,18	1,26	22	-0,58; 0,76	0,28	21

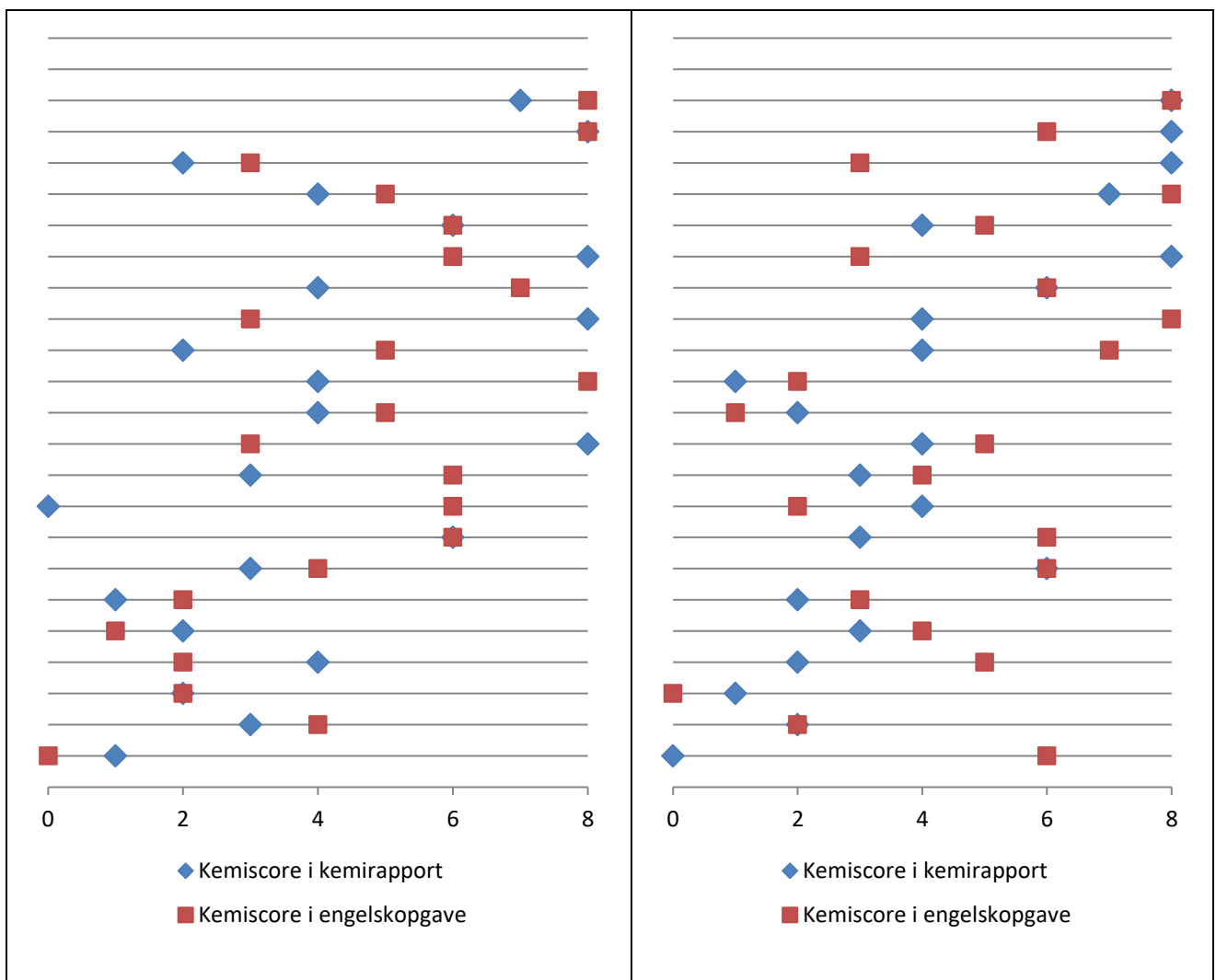
Tabel 10 Score i sammenlagte kriterier kemirapport og essay 1b. Parret t-test.

Det viser sig imidlertid at det ikke umiddelbart er de samme elever der scorer højt i de to opgaver – selvom det er kemiindholdet der scores.

I Figur 8 ses at der er endog meget store forskelle i scoren for de enkelte elever. Det blev derfor interessant at se på hvordan hver enkelt elevs score ligger i de to opgaver, sammenholdt med hvordan opgaven blev vurderet i engelsk og tilsvarende sammenholdt med hvordan kemirapporten blev vurderet. Denne oversigt ses afbildet i Figur 9. Der er ingen tydelige tendenser, men med lidt god vilje ser det ud til at have større betydning at være god til (at skrive) kemi(rapport) end til at skrive engelsk(essay), i forhold til at få høj score for kemiindholdet.



Figur 8 Forskel i score mellem kemiindhold i kemirapport og kemiindhold i engelsk opgave. Positive tal indikerer højest score i kemirapport



Figur 9 Sammenligning af score i kemirapport og engelskessay for hver enkelt elev. Til venstre er rangeret efter karakter for engelskessay (stigende opad), og til højre efter karakter i kemirapport (stigende opad)



## Kvalitativ undersøgelse

Inspireret af Tomas og Ritchie (2014) og Ritchie et al (2011) lavede jeg interviews med tre af eleverne i 1b, for at se om jeg kunne vurdere om de fik udtrykt al deres kemiske viden (om ioner og ionforbindelser) i de skriftlige produkter. Jeg tog udgangspunkt i en figur, som viste samme faglige elementer som en figur fra deres lærebog<sup>32</sup>, men som så lidt anderledes ud, så de kunne demonstrere at de kunne ”læse” figurens indhold, og ikke (måske) bare genkende den.

Eleverne fik ikke at vide at jeg ville tale med dem i relation til kemirapporterne og essayopgaven, men stillede sig til rådighed for at hjælpe mig med at se på figurer, som måske ville kunne bruges til den mundtlige årsprøve. Jeg valgte denne tilgang for at de ikke nødvendigvis tænkte på emnet på forhånd. Jeg var som udgangspunkt ”nysgerrigt spørgende” uden at være guidende.

De tre elever er udvalgt ved lodtrækning.

Figuren viser en model af en NaCl-krystal, der opløses i vand, og jeg bad eleverne om at forklare hvad figuren viste.

Der kan tales om mange ting: ioner, ioners ladning, oktetregel, iongitter, formelenhed, vands opbygning og polaritet, elektronegativitet, grænser for opløselighed, regler for ionforbindelsers sammensætning, ionforbindelsers navne, salte=ionforbindelser osv. Samtalerne varede mellem 8 og 12 minutter, og jeg har valgt at trække hovedkonklusion fra samtalen ud, og illustrere med få transskriberede uddrag fra samtalerne.

### *Elev 1, score: Kemi (1+ 1 +1+ 1), Engelsk (2+1+ 1+ 1)*

Elev1 kommer ikke helt i mål med nogen af sine forklaringer i nogen af opgaverne, med undtagelse af kriterie 1 i engelskopgaven, hvor eleven meget pædagogisk forklarer hvad et salt er, at det er en forbindelse mellem negative og positive ioner i et gitter, og lidt om hvordan der afgives og modtages elektroner ved dannelse af ionerne.

I samtalen med eleven kom nogle rigtig fine betragtninger om hvorfor ionerne ”bæres” ud i opløsning af vandet, og kunne forklare til fuld score i kriterie 2. Derimod var der ikke så meget nyt at få frem i de øvrige kriterier, og eleven havde ikke nær så god fornemmelse for hvad ioner egentlig er mens vi talte om bilaget.

---

<sup>32</sup> Figur 62 fra BasiskemiC (Mygind, Helge, Ole Vesterlund Nielsen, and Vibeke Axelsen. *Basiskemi C*, Haase, 2010)

*Ionerne har jo en ladning, altså der er både plus og minusladning i sådan et gitter (peger på figuren), og når så vandet er polært bliver det tiltrukket med begge ender.....[kan du uddybe?] ....altså vandets atomer i molekylet er forskellige, ikke? Og har forskellig af det der elektronegativitet og så er der en plusende, der samler de negative ioner ud i opløsningen, og en minusende, der gør det samme med de positive ioner.*

...

*[den ladning du taler om at ionerne har – kan du forklare lidt mere?] Det er noget med ædelgasserne tror jeg. Nej, det er fordi atomer gerne vil ligne ædelgasser, fordi...øh det ved jeg faktisk ikke lige. Men de afgiver i hvert fald elektronerne til hinanden. For så bliver de tiltrukket af hinanden og kan lave et gitter.*

...

*[kan ioner samles i et krystalgitter igen?]det kommer vist an på om de er tungtopløselige – nej, vent det kan de jo godt for det er jo uklarheden vi så, da vi lavede fældningsreaktioner – ikke? ... Det er når der sker en tungtopløselig forbindelse. Det sker hvis der står T i skemaet på side 43.*

### ***Elev 2, score: Kemi (0+2+1+1), Engelsk (0+1+ 1+ 0)***

Eleven her havde intet konkret om ioner med i hverken rapport eller essayopgave. Eleven forklarede opløselighed i rapporten, og beskrev at opløsning betyder at iongitteret nedbrydes, og skrev om grænser for mængden af stof der kan opløses og hvad der betød at et stof er let- eller tungtopløseligt, alt i alt til en score på 2 i kriterie 2 – de to sidste kriterier kom eleven ikke helt i mål med. I essayopgaven var mængden af kemi forholdsvis begrænset, men indholdsmæssigt havde eleven fat i den korrekte kemi, og fik det passet udmærket ind i opgaven, selv om mængden var begrænset, og for denne elev er der med al sandsynlighed tale om en barriere i forhold til at udtrykke sig på skrift.

I samtalen forklarede eleven NaCl-krystallens opbygning, ionernes ladning i forhold til ædelgasreglen, den indbyrdes tiltrækning der placerer dem i et gitter, til fuld score i kriterie 1. I elevens kemirapport bestod teoriafsnittet af en formulering af det eleven kaldte ”sin teori” for hvad der ville ske i forsøget, og den manglende omtale af ioner i rapporten kan bero på en misforståelse af instruksen til teoriafsnittet. I samtalen var der en lidt bedre forståelse i kriterie 3, men ikke yderligere i kriterie 4.

*Det er attraktivt for atomerne at have 8 elektroner i den yderste skal, lige som ædelgasserne har. Så når f.eks. natrium har en elektron i den yderste skal, så kan den komme til at ligne en ædelgas ved at afgive en elektron. Der skal bare være nogen der kan optage elektronen, og det kan være f.eks. chlor. Det er også på grund af ladningen at vand kan opløse saltkrystallen. Fordi vandet er polært og så tiltrækkes det til ionerne.*

...

*[kan ionerne samles i krystalgitteret igen?] Altså, det ligner måske ikke et krystal, men det bliver til fast stof igen, i hvert fald. Det er grums, men så falder det til bunds når det får lov til at stå, så det er bundfald. Men kun hvis det bliver til noget tungtopløseligt. Så kan der ikke opløses ret meget, jeg tror det er 1 eller 2 gram. [...] altså i 100 gram vand. Vi blandede jo to letopløselige opløsninger og fik en ny der var tungtopløselig. Men ikke i alle forsøgene. Fordi det skulle passe med tabellen.*

### *Elev 3, score: Kemi (1+1+1+0), Engelsk ( 1+2+2+1)*

Denne elev har nogle meget fine betragtninger i essayopgaven, og det er som om den lidt friere form gør at eleven bedre kan forklare kemien. Rapportgenren og den skabelonagtige opbygning virker måske hæmmende. I hvert fald svarede samtalen til niveauet i engelskopgaven, og med (lidt) mere overbevisende forklaring på hvad ioner er, end i nogen af de to opgaver. Kriterie 4 var fortsat svagt.

*Det her er en saltkrystal – salt er en ionforbindelse, altså ikke bare bordsalt. En ion har en ladning, altså en ion er et atom med ladning. Som natrium eller chlor i den her krystal. [hvorfra kommer ladningen?] Jamen chlor afgiver en elektron, derfor hedder den minus. Nej vent, den har fået en. Fra natrium. Så de ligner begge to en ædelgas med 8 elektroner.*

...

*opløsningen i vandet er fordi ionerne har den der ladning. Vandet har en pluspol og en minuspol, og minuspolen er tiltrukket af natriumionen fordi den er plus. Så de går sammen, altså ikke som en kemisk reaktion, men bare så ionen kan komme fri af krystalgitteret. Og så det samme med vandets pluspol og chloridionerne.*

Samtalerne giver et vist indblik i om de tre elever har mere viden at præsentere om emnet end de får vist i de skriftlige produkter.

For elev 1 ser det ud til at der er overensstemmelse mellem det der kommer til udtryk i de skriftlige produkter, og det eleven kan udtrykke mundtligt, hvad angår det der er scoreudløsende i forhold til de opstillede kriterier. Men både rapport og essay indeholder mere som skriftligt produkt betragtet, og denne elev ligger i den høje ende i den samlede bedømmelse for begge produkter. Eleven har knækket koden i forhold til genrene, men har ikke helt hvad angår ioner og ionforbindelser.

Elev 2 kan udtrykke meget mere kemisk viden mundtligt end skriftlige. I den mere skabelonbundne kemirapport er der bedre udtryk for forståelse af ioner og ionforbindelser end der er i essayopgaven. For denne elev er der tale om vanskeligheder ved skriftlighed i det hele taget, og eleven ligger da også lavt i den samlede bedømmelse i essayopgaven, men

i den øvre ende af middel i den samlede bedømmelse af rapporten. Eleven falder i rapporten kun igennem i diskussion og konklusion, hvor det er formuleringsevnen, snarere end forståelsen, der trækker bedømmelsen ned.

For elev 3 rækker formuleringsevnen i engelsk til en middelplassering, men kemiindholdet er til stede i højere grad end i kemirapporten. Eleven har formået at fange og præsentere kemien i essayopgaven. Kemirapporten ligger ligeledes til middel, men i højere grad på grund af en velformuleret og grundig præsentation af forsøget end for kemiindholdet (ud fra kriterierne).

Hvad samtalerne, sammenholdt med de skriftlige produkter, også giver et indblik i de mulige barrierer der kan være for elevernes faglige præstationer i skriftlige produkter. Det kan handle om skriftlighed i det hele taget, men også behovet for træning inden for de forskellige genrer indenfor fagene, og i hvert fald en opmærksomhed på at genren i sig selv ikke må blive en hindring for den faglige udtryksfærdighed.

### Elevernes oplevelse af at skrive opgave på denne måde

Ud fra resultaterne af pre-post testene ser det ud til at eleverne i 1b får en øget faglig forståelse inden for emnet i forhold til 1a. Det kan skyldes interventionen i sig selv, eller det at arbejde med emnet en ekstra gang – som jo indirekte skyldes interventionen. Spørgsmålet er om eleverne selv føler at de har fået noget ud af at skrive essayopgaven. Jeg lavede derfor et kort spørgeskema, hvor jeg 1) bad eleverne om at forholde sig til hvad de fik ud af en sådan type skriftlig opgave (kemifagligt), og 2) hvad de syntes om at skrive en sådan opgave.

1)

Elevernes svar fordeler sig i overordnet set 4 kategorier

- Der var ikke så meget kemifagligt i oplægget.  
Et typisk svar: *Der var selvfølgelig lidt fagligt i det, men syntes ikke at det var sådan at man lærte noget af det.*
- Det gav et fagligt udbytte i kemi.  
Et typisk svar: *Jeg synes at jeg fik noget kemifagligt ud af det, da jeg skulle omformulere og præcisere hvad der skete. Så derfor blev jeg nødt til selv at forstå det 100% for at kunne formulere det på engelsk*
- Det gav ikke så meget udbytte i kemi, men til gengæld i engelsk  
Et typisk svar: *Jeg fik som sådan ikke noget ny viden om kemi af at skrive opgaven da*

*jeg brugte den viden vi allerede har. Jeg fik til gengæld udvidet mit engelske ordforråd med kemiske ord og udtryk.*

- Ikke ny, men større viden.

*Et typisk svar: Ikke mere end det jeg allerede vidste i forvejen. Selvfølgelig lærte jeg noget, men det var ikke fordi jeg lærte noget nyt, jeg fik bare en større viden om emnet.*

2)

Der var ingen negative reaktioner, men forskellige vinkler på hvad der var godt ved opgaven – nogle typiske svar:

- *Godt at man blandede to fag sammen. Det gav en helt anden måde at tænke på, og var meget anderledes men godt*
- *fedt at det var noget fra den "virkelige" verden som man skulle forklare med kemi. Det kunne jeg virkelig godt lide.*
- *Jeg synes det var en super god måde at lave en tværfaglig opgave på, og det gjorde det samtidig nemt at bevæge sig i forskellige taksonomiske niveauer.*
- *billedarket og oplægget fungerede super godt sammen, opgave var også overskuelig og let at gå i gang med, jeg havde dog svært ved at formulere mig på engelsk, hvilket gav et kæmpe benspænd*
- *Jeg synes det var rigtig godt. det virkede godt at Lone forklarede hendes ferie, med fagligt perspektiv. Så det havde forgået i virkeligheden. Samtidig var det dejligt at hun snakkede engelsk, da det hjalp en lidt på vejen med selv at bruge de kemiske ord på engelsk.*
- *Sjovt at opleve at lærerne samarbejder*

Eleverne svarede anonymt eftersom det som udgangspunkt giver mere ærlige svar, men set i bakspejlet kunne det være interessant at kunne koble svarene med scoren fra opgaverne. Svarene på det første spørgsmål giver anledning til at reflektere over hvad eleverne forstår ved at *lære noget*. Det er en interessant betragtning at viden kan være større, uden at være ny. Hvis man skal oversætte til IP er der ikke tale om ny kodning, men i højere grad om at gøre lagringen mere effektiv. De eksisterende skemaer opdateres og gøres mere sikre, og stien dertil i netværket gøres mere sikker. Set fra mit synspunkt som kemilærer er det interessant at man kan snige meget mere kemi ind i en fortælling end de faktisk (synes at de) opdager. Stort set alle fangede den korrekte kemi i opgaverne – men kunne ikke nødvendigvis formulere den til opnåelse af point. Men de genkendte det der var relevant.

Svarene på spørgsmål 2 viser flere ting. De bekræfter det Dolin (2013) siger om de positive aspekter ved tværfaglighed – udfordringen ved blandingen af faglige discipliner og

motivationen ved at se ting på en ny måde. Svarene viser også at det er vigtigt at vise kemien i den virkelige verden. Det giver lærerbøger i kemi mange eksempler på, men den autenticitet der ligger i at det er en personlig fortælling ser ud til også at have betydning. Den sidste bemærkning er taget med fordi jeg synes at den er ganske tankevækkende, selv om den ikke har noget direkte med opgaven at gøre. Men den giver et vink om at vi som lærere skal blive meget bedre til at vise at vi er sammen om den opgave der ligger i at bringe eleverne gennem gymnasiet.

## Tværfaglighed i praksis?

Hvordan ser det ud fra det andet fag i samarbejdet? Vi havde været meget bevidste om at det skulle være et meget afgrænset samarbejde, for at synliggøre at et fagligt udbytte ikke nødvendigvis kræver et stort tidsforbrug, men det stiller samtidig krav om at det faktisk giver noget til begge fag, hvis flere kolleger skal kunne lokkes til at lave denne type små samarbejder.

Jeg stillede min engelskkollega nogle spørgsmål, for at se om vores samarbejde havde givet noget fagligt/pædagogisk til engelskfaget også.

Hvad er din (engelskfaglige) begrundelse for at lave en samarbejdsopgave som denne?

*At vise eleverne, at de kan bruge deres sprog i andre sammenhænge end den vi bruger til hverdag.*

Hvad er din (pædagogiske) begrundelse for at lave en samarbejdsopgave som denne?

*Eleverne bliver mere motiverede af at bruge deres sprog i en kontekst der falder indenfor deres studieretning og ved at se koblingen mellem fag.*

*Det samme gælder for mig – ved at jeg får et indblik i en faglighed de arbejder med i kemi, får jeg et indblik i elevernes hverdag, som jeg kan bruge i tilrettelæggelsen af min undervisning.*

Vurderer du at elevernes udbytte af en non-fiction opgave som denne er større end ellers, ved at inddrage et andet fag? (og hvis ja, på hvilken måde? Hvilke "tegn på læring" ser du som du ikke ville se ellers?)

*På ét punkt er udbyttet større og det er i brugen af fagterminologi. Hvis de havde skrevet en non-fiction opgave kun i engelsk ville de ikke skulle have brugt fagterminologi fra kemi.*

*Den læring jeg registrerer, er, at eleverne i en opgave som denne kommer til at bruge en kompleks fagterminologi allerede i begyndelsen af 2. semester – hvilket er meget positivt.*

*Eleverne bliver også bedre til at reflektere over hvad de bliver spurgt om i opgaven, fordi man blander to 'genrer'. De kan ikke blot følge 'den måde' vi arbejder på i engelsk eller 'den måde' de arbejder på i kemi, men bliver nødt til at stille spørgsmål og være bevidste om hvad de skriver.*

Hvad vil din bedste begrundelse over for skeptikere være, for at lave denne type opgaver? (ud over læreplansopfyldelsen)

*Det er en rigtig god måde at få indblik i hvad eleverne laver i andre fag og dermed opbygge en stærkere relation. Det er interessant at opleve ens elever i en anden faglig kontekst – det kan hjælpe til at forstå nogle af de problemstillinger de måske bakser med i ens eget fag. Det tager ikke lang tid at gennemføre og den udvidede referenceramme kan bruges i mange situationer.*

Har det betydning at faget er fra et andet fagområde?

*I høj grad. Det er nødvendigt at lære nogle bestemte gloser man normalvis ikke bruger i en humanistisk sammenhæng. Det er sundt – både for læreren og eleverne. Derudover arbejder man meget anderledes i en naturvidenskabelig kontekst, hvilket er godt at blive mindet om – man kan lære noget og få inspiration til sin undervisning, når man bevæger sig ud over sin normale referenceramme.*

Vi er altså kommet i mål med at lave et kort samarbejde, der giver noget til begge fag, også ud over det konkrete faglige.

## **Forskningsspørgsmålene**

*Kan effekten af en tværfaglig intervention i et fagligt forløb registreres?*

Umiddelbart ja. Hvis jeg ser på de to test (pre-post), så er der en signifikant forbedring hos interventionsklassen. Den eneste forskel (kemifagligt) på de to klasser er interventionen. Men om det er interventionen i sig selv, eller om det er det, at interventionen har fundet sted i det hele taget, der er skyld i effekten, kan undersøgelsen ikke svare på.

*Kan et tværfagligt forløb være meget kort, og alligevel bidrage til fagene og elevernes læring?*

Også her er svaret ja. Forløbet kan næppe være kortere og stadig kaldes forløb, og i vores tilfælde er det nok mere rimeligt at kalde det et samarbejde, fremfor et egentligt forløb. Ikke desto mindre er begge lærere tilfredse med udbyttet. I engelsk har eleverne fået større genrebevidsthed, de har brugt kemisk fagsprog på engelsk og bevæget sig uden for normale opgaverammer. Fra engelsklærerens side er der opnået indsigt i eleverne i en anden kontekst.

I kemi har eleverne set at de kan formulere sig om faget på et andet sprog, de er blevet bevidste om at der er kemi andre steder end i kemilokalet og de er blevet opmærksomme på at kemi kan beskrives ved hjælp af flere skriftlige genrer. Set fra kemilærerens side er der opnået større indsigt i elevernes formuleringsevner (ud over kemisproget), og det har givet anledning til mere differentieret tilbagemelding på efterfølgende skriftlige produkter.

Og hvad så med den overordnede problemformulering?

## Diskussion

*Kan man hjælpe elevers forståelse af naturvidenskab ved at lade dem formulere sig om et naturvidenskabeligt emne i et andet fag?*

Man kan kun med god mening svare på dette ved at gøre sig klart hvad man forstår med *forståelse*. Betyder det at man har lært noget? Og hvad betyder det at man har lært noget? Hvornår ved man at man har lært noget? Hvornår ved man som lærer at eleverne har lært noget? Er det når de kan gengive lærebogens ord? Når de kan score højt i nogle (af læreren) fastsatte kriterier? Er det når de kan bruge deres viden på nye problemstillinger? Er det når de kan formulere sig om faglige emner? Når de kan formulere sig om faglige emner på tværs af fag?

I mine kvantitative undersøgelser har jeg foretaget det valg, at forståelse måles ud fra kriterier, som jeg selv fastlægger. Det betyder, at alt hvad jeg udleder, er subjektivt, og egentlig kun kan bruges af mig selv i forhold til min egen undervisning i klasserne.

For at kunne bruge resultaterne mere generelt valgte jeg at bede om at få to hold der kunne læses parallelt – i hvert fald frem til undersøgelsen, der helst skulle ligge tidligt i forløbet, så kemiundervisningen i klasserne derefter kunne tones efter deres øvrige studieretningsfag.

De to klasser er behandlet så ens som man nu kan gøre det, og som jeg har vist, mener jeg at man kan bruge 1a som kontrolklasse i forhold til 1b, idet deres faglige niveauer både i



terminskarakterer og skriftligt produkt var sammenlignelige. Men også her er der forbehold, idet terminskaraktererne er givet af forskellige lærere, så der kan ikke ses bort fra muligheden for en vis subjektivitet i karaktergivningen. Terminskarakterer kan bruges pædagogisk på en måde så karakterbeskrivelsen for nogle elever fraviges, og jeg har ikke gjort noget for at undersøge om det skulle være tilfældet i de to klasser. Derimod er kemirapporten i begge klasser rettet og scoren i dem er udledt af samme person, og dermed anser jeg sammenligningen her for at være troværdig.

Problemformuleringen handler om inddragelsen af et andet fag. Også her ligger kriterierne til grund for den direkte undersøgelse af det andet fags bidrag. Hvis målet havde været at se på om klassen som helhed fik mere eller mindre (kemifagligt) ud af at formulere sig i kemirapport i målt i forhold til at formulere sig i et non-fiction essay, så viser undersøgelsen ingenting. Der er ingen signifikant forskel (Tabel 9 og bilag 11).

Hvis man i stedet for at se på klassen som helhed ser på eleverne enkeltvis, så viser der sig et andet billede. Figur 8 og Figur 9 viser at kun meget få elever får samme score i de to opgaver, og for knap halvdelen af klassen er der en forskel på 2 eller flere point, omtrentligt ligeligt fordelt til fordel for fagene.

Der er det åbenlyse spørgsmål der melder sig, nemlig om de elever, der er svage i engelsk, har sværere ved denne type opgave end andre. Men det er der ikke noget der tyder på. I Figur 9's venstre del ser vi at der for den svageste (engelsk) tredjedel er en ligelig fordeling mellem dem der scorer højest i kemi og dem der scorer højest i engelsk. For den svageste tredjedel i kemi (højre side af Figur 9) er billedet et andet – her scorer alle på nær en højest i engelskopgaven.

Hvis man er usikker på det kemifaglige, så kan kemirapporten med sine krav til bestemte (og for mange elever også nye) indholdskategorier, måske virke overvældende. Det kognitive load overstiger kapaciteten til at rumme og behandle information samtidig. Derimod er det at skrive på engelsk – uanset hvor god man er til sproget, en velkendt handling, så den optager ikke nævneværdig plads i arbejdshukommelsen. Det kognitive load kan altså meget vel være lavere, når man flytter svært fagligt stof over i en kendt sammenhæng, selv om det ligger uden for faget selv.

For den bedste halvdel i engelsk (venstre side af Figur 9) gælder at alle på nær to også har højest kemiscore i engelskopgaven. For de elever som ligger i bedste halvdel hvad angår kemibedømmelsen er fordelingen ligelig mellem at have højest score i kemirapporten og i essayopgaven. Der er overlap mellem dem der er bedst i engelsk og dem der er bedst i kemi, idet 8 ud af de 11 bedste i engelsk ligger i den bedste halvdel i kemi. De elever, der ikke holder placeringen i toppen, er dem som nok har god karakter i engelskopgaven, men som scorer lavt i kemiindholdet i kemirapporten. Hvis man er god til at skrive engelsk ser det ud

til at være relativt lettere at få formuleret kemien godt nok til at score i kriterierne. Det bestyrker pointen fra før om at når man arbejder i kendt sammenhæng, så mindskes kravet til den del af arbejdshukommelsen der bruges til informationsbehandling, så kommunikationen mellem langtidshukommelsen og arbejdshukommelsen har større kapacitet. Jo tættere man holder sig til noget kendt, jo bedre kan man udnytte kapaciteten i arbejdshukommelsen fuldt ud. CLT taler om *narrow limits of change principle*, (Sweller (2011)) hvor pointen netop er at være opmærksom på at også bearbejdningen af information, og ikke kun informationen selv optager arbejdshukommelsen.

Sammenligningen af de to opgavetyper kan give inspiration til at overveje hvor meget der kræves af eleverne i bestemte opgavetyper, og hvilket udbytte vi forventer at eleverne skal have. Hvilken kompetence træner vi i en bestemt opgave – er det form eller indhold? Først når eleverne har sikker viden inden for området, altså et velorganiseret hukommelsesnetværk, kan man forvente højt udbytte ved at introducere nye måder at håndtere og præsentere deres viden på.

I både 1a og 1b var det svageste punkt i rapportererne konklusionen. Fra grundskolen er de trænet i at en konklusion, uanset opgavetyper, skal være meget kort, og de belønnes for personlige eller sociale betragtninger. Selv om de får forklaret hvad vi forventer i konklusionen griber de til det vante, når de endelig er fremme ved afslutningen af rapporten. Fra et udvalg af rapporternes konklusioner:

- *Samarbejdet gik godt og forsøget var vellykket, da det gav de resultater vi troede.*
- *Efter jeg har lavet dette forsøg, og denne rapport kan jeg konkludere, at jeg er blevet langt mere bevidst om, hvordan ioner går sammen når de blandes og hvad der sker når de blandes.*
- *Jeg er blev kloger på hvordan man skal gå ind og lave et forsøg, på en nem og overskuelig måde.*

Hvis disse elever skal flyttes til at skrive en naturvidenskabelig konklusion, så skal det ske i mindre skridt – der er for langt mellem det etablerede hukommelsesskema de bruger til en konklusion, og det vi forventer af dem.

Opgavebeskrivelsen til essayopgaven gav eleverne et skelet at skrive opgaven efter, og mange gav udtryk for at det var en stor lettelse at det var opdelt i konkrete punkter. Min engelskkollega fortalte at det at skrive i sammenhængende tekst ofte er en barriere for eleverne. En elev skrev sådan i evalueringen:

*Jeg kunne rigtig godt lide at det bare var tre spørgsmål man skulle svare på, så det handlede meget om selve indholdet frem for hvordan man byggede stilen op.*

Rapporter og essayopgaverne i 1b kan give indsigt i nogle af de vanskeligheder og udfordringer vi giver eleverne, når vi kaster dem ud i forskellige opgavegenrer, med et stof der vides at kræve meget af elevernes kognitive kapacitet. Hvis det emne der dannede baggrund for samarbejdet havde været lettere tilgængeligt for eleverne kunne de måske udtrages endnu mere om elevernes udfordringer.

Ved at lade eleverne formulere sig inden for et andet fag kan man altså lære noget om de vanskeligheder eleverne har. Spørgsmålet er om det giver større forståelse.

For at have en basis for at sige noget om det, lod jeg klasserne besvare to test, som bekræftet tidligere i opgaven. Idet testene steg i sværhedsgrad, var et uændret pointtal udtryk for en dybere forståelse af stoffet. Det var forventeligt efter at have arbejdet med rapportskrivning, der kræver at man har et overblik over stoffet. CLT ville tale om *organizing and linking* (Sweller (2011)), og eleverne ville formulere det som at "få styr på det". Uagtet at rapportgenren er svær for eleverne, og at det ikke er uden problemer at kaste dem ud i den disciplin med den valgte øvelse, så viste testscoren at begge klasser forbedrede sig, målt på effektstørrelsen af de to test (Tabel 6). 1a forbedrede sig med en lille til medium effekt, og 1b med stor effekt<sup>33</sup>. Det testen også viste, var at 1b forbedrede sig signifikant i forhold til pre-testen, og det gjorde 1a ikke.

Det er oplagt at tillægge interventionen denne forskel.

Spørgsmålet er på hvilken måde interventionen virker. Det mener jeg ikke, at jeg på det foreliggende grundlag kan sige noget om. Men jeg mener at jeg kan besvare den overordnede problemformulering med et "ja". Eleverne i 1b har vist at deres faglige niveau er blevet øget, og det er en rimelig formodning at antage, at det skyldes en øget forståelse.

## Konklusion

En afdækning af læringsvanskeligheder indenfor naturvidenskab med idéer om hukommelse hentet fra IP og CLT har givet indsigt i hvordan kapaciteten i elevers arbejdshukommelse har stor, måske afgørende, betydning for hvordan man som underviser tilrettelægger emner og skriftlig arbejder.

Et interventionsstudie via et tværfagligt samarbejde har demonstreret at man med lille indsats kan øge elevernes læring. Den øgede læring tilskrives bedre indlejring i langtidshukommelsen, ved at danne flere forskellige veje i hukommelsesnetværket.

---

<sup>33</sup> Selv med forudsætning af at de to test havde samme sværhedsgrad, idet den beregnede effektstørrelse ikke tager sværhedsgrad i betragtning.

## Litteraturliste

- Cowan, Nelson, C. Morey, and Zhijian Chen. "The legend of the magical number seven." *Tall tales about the brain: Things we think we know about the mind, but ain't so*, ed. S. Della Sala (2007): 45-59
- Dolin, Jens. "Fag, hovedområder og fagligt samspil." *Gymnasiepædagogik*. Hans Reitzel, 2013. 228-245.
- Johnstone, Alex H. "Teaching of chemistry-logical or psychological?." *Chemistry Education Research and Practice* 1.1 (2000): 9-15
- Johnstone, A. H., and N. C. Kellett. "Learning difficulties in school science--towards a working hypothesis." *European Journal of Science Education* 2.2 (1980): 175-181.
- Kempa, Richard F. "Students' learning difficulties in science. Causes and possible remedies." *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 9.2 (1991): 119-128
- Kempa, Richard F., and Maria Martin Diaz. "Motivational traits and preferences for different instructional modes in science: Part 1: Students' motivational traits." *International Journal of Science Education* 12.2 (1990): 195-203.
- Kempa, R. F., and Maria Martin Diaz. "Students' motivational traits and preferences for different instructional modes in science education-Part 2." *International Journal of Science Education* 12.2 (1990): 205-216.
- Lindvig, Katrine, and Lars Ulriksen. "Tilstræbt og realiseret tværfaglighed i universitetsundervisning." *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift* 11.20 (2016): 5-13.
- Mayer, Richard E. *Thinking, problem solving, cognition*. WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co, 1992. Som refereret i Solaz-Portolés og Lopez (2007)
- Miller, George A. "The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information." *Psychological review* 63.2 (1956): 81.
- Mygind, Helge, Ole Vesterlund Nielsen, and Vibeke Axelsen. *Basiskemi C*, Haase, 2010
- Pashler, Harold, et al. "Learning styles: Concepts and evidence." *Psychological science in the public interest* 9.3 (2008): 105-119.

Pfundt, Helga, and Reinders Duit. "Bibliography. Students' alternative frameworks and science education." (1988). Som refereret i (Treagust et al, 2000)

Piaget, Jean, and Margaret Cook. *The origins of intelligence in children*. Vol. 8. No. 5. New York: International Universities Press, 1952.

Pisa, O. E. C. D. "Draft Science Framework." 2014-07-17]. [http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework. pdf](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft_PISA_2015_Science_Framework.pdf) (2015).

Ritchie, Stephen M., Louisa Tomas, and Megan Tones. "Writing stories to enhance scientific literacy." *International Journal of Science Education* 33.5 (2011): 685-707.

Schunk, Dale H. *Learning theories an educational perspective sixth edition*. Pearson, 2012. 163-227

Solaz-Portolés, Joan Josep, and Vicent Sanjosé Lopez. "Representations in problem solving in science: Directions for practice." *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. Vol. 8. No. 2. The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies, 2007.

Sweller, John. "Cognitive load theory." *Psychology of learning and motivation*. Vol. 55. Academic Press, 2011. 37-76.

Tomas, Louisa, and Stephen M. Ritchie. "The challenge of evaluating students' scientific literacy in a writing-to-learn context." *Research in Science Education* 45.1 (2015): 41-58.

Treagust, David, Reinders Duit, and Martina Nieswandt. "Sources of students' difficulties in learning chemistry." *Educación Química* 11.2 (2000): 228-235.

Willingham, Daniel T. "Ask the Cognitive Scientist Do Visual, Auditory, and Kinesthetic Learners Need Visual, Auditory, and Kinesthetic Instruction?." *American Educator* 29.2 (2005): 31.

*Data kan udleveres efter ønske, i det omfang det kan anonymiseres. Henvendelse til LB@toerring-gym.dk.*

## Bilag 1: Student t-test på skriftlige karakterer i dansk, engelsk og kemi for de to klasser

TwoSampleTTest(skriftligdansk1a, skriftligdansk1b, 0, confidence = .95);

Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 7.11111, 6.22727

Sample Standard Dev: 2.56205, 2.20242

Difference in Means: 0.883838

Distribution: StudentT(46.8429850537797)

Computed Statistic: 1.29808050226404

Computed p-value: .200614943824394

Confidence Interval: -0.486038769887036 .. 2.2537155375638

(difference of population means)

Result: [Accepted]

This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

[hypothesis = true, confidenceinterval = -0.486038769887036 .. 2.25371553756380,

distribution = StudentT(46.8429850537797),

pvalue = 0.200614943824394, statistic = 1.29808050226404]

TwoSampleTTest(skriftligengelsk1a, skriftligengelsk1b, 0, confidence = .95);  
Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)

-----

Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 7.44444, 6.72727

Sample Standard Dev: 2.1543, 1.83048

Difference in Means: 0.717172

Distribution: StudentT(46.8997843563559)

Computed Statistic: 1.25956896838193

Computed p-value: .214057264639797

Confidence Interval: -0.428335055067853 .. 1.86267848941129

(difference of population means)

Result: [Accepted]

**This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = true, confidenceinterval = -0.428335055067853 .. 1.86267848941129,

distribution = StudentT(46.8997843563559), pvalue = 0.214057264639797, statistic = 1.25956896838193]

`TwoSampleTTest(skriftligkemi1a, skriftligkemi1b, 0, confidence = .95);`

### Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)

-----

Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 7.33333, 6.86364

Sample Standard Dev: 2.54196, 2.9487

Difference in Means: 0.469697

Distribution: StudentT(41.7637431043623)

Computed Statistic: .589644272685117

Computed p-value: .558605838704283

Confidence Interval: -1.13812963297958 .. 2.07752357237352

(difference of population means)

Result: [Accepted]

**This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = true, confidenceinterval = -1.13812963297958 .. 2.07752357237352,

distribution = StudentT(41.7637431043623),

pvalue = 0.558605838704283, statistic = 0.589644272685117]



## Bilag 2: læreplan i naturvidenskabelig grundforløb

Bilag 121

### Bilag 121

Naturvidenskabeligt grundforløb – stx, august 2017

#### 1. Identitet og formål

##### 1.1 Identitet

Det naturvidenskabelige grundforløb udgør den gymnasiale introduktion til naturvidenskab gennem arbejde med grundlæggende elementer af naturvidenskab. Der lægges vægt på både den faglige bredde og det sammenhængende i naturvidenskaben. Udgangspunktet for naturvidenskabeligt grundforløb er aktuelle problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold, som bredt repræsenterer de naturvidenskabelige fag, og som giver mulighed for en undersøgende, eksperimentel og oplevelsesorienteret tilgang til omverdenen. I naturvidenskabeligt grundforløb kan fagene biologi, bioteknologi, fysik, geovidenskab, informatik, kemi og naturgeografi indgå.

##### 1.2 Formål

Eleverne skal i undervisningen introduceres til naturvidenskabelige arbejdsformer, tankegange og argumentation. Eleverne skal ligeledes på elementært niveau kunne forholde sig til naturvidenskabelig videns muligheder og begrænsninger. De skal opnå viden og kundskaber om udvalgte naturvidenskabelige problemstillinger og deres perspektiver. Elevernes nysgerrighed og engagement indenfor det naturvidenskabelige område skal fremmes, ligesom naturvidenskabeligt grundforløb skal bidrage til såvel elevernes almindelse som til afklaring af deres studieretningsvalg.

#### 2. Faglige mål og fagligt indhold

##### 2.1 Faglige mål

Eleverne skal kunne:

- formulere og teste enkle hypoteser
- gennemføre praktiske undersøgelser og eksperimenter såvel i felten som i laboratoriet under hensyntagen til sikkerhed
- opsamle, systematisere og behandle data med brug af forskellige repræsentationsformer
- anvende modeller, som kvalitativt og kvantitativt beskriver enkle sammenhænge i omgivelserne, og kunne se modellernes muligheder og begrænsninger
- formidle et naturvidenskabeligt emne med relevante faglige begreber og repræsentationer
- demonstrere basal viden om naturvidenskabs identitet og metoder og anvendelse af matematik indenfor naturvidenskab.

##### 2.2 Fagligt indhold

Ved udvælgelsen af det faglige indhold i naturvidenskabeligt grundforløb lægges vægt på, at indholdet giver anledning til:

- samarbejde mellem de naturvidenskabelige fag
- eksperimentelt arbejde, såvel i laboratoriet som i felten
- behandling af kvalitative og kvantitative empiriske data
- at opstille, anvende og fortolke lineære sammenhænge
- at vise relevansen og anvendelsen af naturvidenskab i samfundet.

##### 2.4 Omfang

Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 30-70 sider.

#### 3. Tilrettelæggelse

##### 3.1 Didaktiske principper

Undervisningen skal tage udgangspunkt i et fagligt niveau svarende til elevernes naturvidenskabelige og matematiske viden og metodekendskab fra grundskolen.

Det naturvidenskabelige grundforløb tilrettelægges som mindst to flerfaglige, tematiske forløb med afsæt i aktuelle problemstillinger med naturvidenskabeligt indhold. Forløbene inddrager tilsammen fagligt indhold fra mindst tre naturvidenskabelige fag, jf. pkt. 1.1. Undervisningen tilrettelægges, således at eleverne inspireres til at arbejde aktivt med

problemstillingerne. Det eksperimentelle og undersøgende arbejde i såvel laboratoriet som felten skal stå centralt i undervisningen.

### **3.2 Arbejdsformer**

Der skal vælges arbejdsformer, som bringer eleverne i en aktiv læringsrolle.

Elevernes eksperimentelle arbejde og feltarbejde skal udgøre en væsentlig del af undervisningstiden.

Mundtlig og skriftlig fremstilling indgår med henblik på faglig argumentation, formidling, forståelse og fordybelse.

Eleverne afleverer et antal mindre, skriftlige produkter, som tilsammen dokumenterer arbejdet med de faglige mål. Produkterne samles løbende i en portfolio, som danner grundlag for en individuel intern mundtlig prøve, jf. pkt. 4.

Ved afslutningen af forløbet udvælger eleven, med henblik på fremlæggelse ved den interne prøve, dele af sin portfolio, som viser arbejdet med de faglige mål. Udvælgelsen sker under vejledning.

### **3.3 It**

Digitale værktøjer og ressourcer anvendes i undervisningen til dataopsamling, databehandling, graftegning, simpel modellering og skriftlig repræsentation af resultater.

### **3.4 Samspil med andre fag**

Undervisningen i det naturvidenskabelige grundforløb skal koordineres med matematik.

## **4. Evaluering**

### *Løbende evaluering*

Der foretages jævnligt evaluering med udgangspunkt i de skriftlige produkter for at vejlede eleven i det fremadrettede arbejde.

### *Afsluttende evaluering*

Der afholdes en intern individuel mundtlig prøve af ca. 20 minutters varighed, hvor to af elevens lærere i naturvidenskabeligt grundforløb er til stede. Prøven afvikles i forbindelse med afslutningen af grundforløbet. Prøvegrundlaget er elevens portfolio jf. pkt. 3.2. Portfolioen skal være til stede ved prøvens afholdelse. Der gives ingen forberedelsestid. Eksaminationen indledes med elevens fremlæggelse af udvalgte dele af sin portfolio jf. pkt. 3.2, og former sig derefter som en uddybende samtale mellem eleven og eksaminatorerne. I den uddybende samtale kan øvrige dele af portfolioen inddrages. Fremlæggelsen omfatter højst fem minutter af eksaminationstiden.

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvor høj grad elevens mundtlige præstation lever op til de faglige mål, som de er angivet i pkt. 2.1.

Der gives én karakter ud fra en helhedsvurdering.

## Bilag 3: Øvelsesvejledning



# 5. Fældningsreaktioner

Formålet med eksperimentet er at blande opløsninger af to letopløselige ion- forbindelser. De to udgangsstoffer er valgt således, at der sker en fældnings- reaktion ved sammenblandingen, dvs. der dannes et bundfald af en tungtopløselig ionforbindelse.

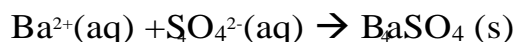
Vi ser først på et eksempel. Antag, at vi anvender følgende

udgangsstoffer: bariumchlorid og natriumsulfat

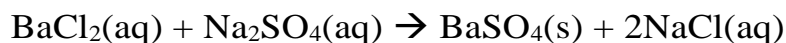
De to stoffer er opløst i vand, og opløsningerne hældes sammen. Derved får man en blanding, der indeholder følgende ioner:



Vi kan se i tabel 8 i *Basiskemi C* side 43, at  $\text{Ba}^{2+}$  og  $\text{SO}_4^{2-}$  er en tungtopløselig kombination. Disse to ioner reagerer derfor ved en fældningsreaktion:



Der dannes et bundfald af bariumsulfat, hvorimod  $\text{Na}^{+}$  og  $\text{Cl}^{-}$  bliver i opløsnin-gen. Foruden ionreaktionsskemaet kan vi skrive et reaktionsskema med stof- formler:



Når man skal skrive et reaktionsskema, skriver man først de korrekte kemske formler, hvorefter man om nødvendigt afstemmer reaktionsskemaet ved at sætte koefficienter foran formlerne.

## KEMIKALIER

### 0,1 M opløsninger af følgende stoffer:

- Kaliumcarbonat,  $K_2CO_3$
- Natriumiodid, NaI
- Bariumchlorid,  $BaCl_2$
- Natriumphosphat,  $Na_3PO_4$
- Calciumnitrat,  $Ca(NO_3)_2$
- Kobber(II)sulfat,  $CuSO_4$
- Jern(III)nitrat,  $Fe(NO_3)_3$
- Sølv(I)nitrat,  $AgNO_3$
- Natriumsulfid,  $Na_2S$
- Natriumhydroxid, NaOH

## RISICI

- 0,1 m sølv(I)nitrat virker ætsende og giver sorte pletter på hud og tøj.
- 0,1 m kobber(II)sulfat er farligt ved indtagelse.
- 0,1 m natriumhydroxid virker ætsende.

## EKSPERIMENTELT

### Del 1

Der skal gennemføres fire eksperimenter. Følgende udgangsstoffer anvendes:

- A. Natriumiodid og sølv(I)nitrat    B. Kobber(II)sulfat og bariumchlorid  
C. Kaliumcarbonat og bariumchlorid    D. Sølv(I)nitrat og natriumphosphat

Dryp to dråber af hver af de to opløsninger nævnt i A sammen på plastiklomme. Notér iagttagelse i skemaet nedenfor. Hvis det er svært at se, om der dannes bundfald, kan man prøve at lægge en hvid eller sort baggrund under plastiklommen. Gentag med opløsningerne nævnt i B, C og D.

	Iagttagelse
A	
B	
C	
D	

### Del 2

- Spildevand kan indeholde store mængder fosfat fra bl.a. vaskepulver og gødning. Fosfat er et næringsstof, der kan forårsage ukontrolleret alge- vækst. Et rensningsanlæg vil gerne have hjælp til at fjerne fosfat fra spildevandet ved at fælde det. Foreslå nogle positive ioner, som rensningsanlægget kan afprøve. Sølv(I)-ioner kan ikke anvendes på grund af deres sundhedsskadelige effekt. Planlæg og udfør et eksperiment til illustration af dine forslag.
- Sulfid ( $S^{2-}$ ) er uønsket i mange sammenhænge, især fordi der ofte dannes  $H_2S$ , når der er  $S^{2-}$ -ioner til stede.  $H_2S$  er giftigt og har samme karakteristiske lugt som rådne æg. Giv et bud på, hvordan  $S^{2-}$ -ioner kan påvises i en opløsning - ud over eventuelt lugten. Planlæg og udfør et eksperiment til illustration af dine forslag.
- En dråbeflaske i kemikalierummet har fået etiketten beskadiget. Man kan stadig se, at opløsningen indeholder en natriumforbindelse, men resten af formlen kan ikke ses. Der er to muligheder: Enten indeholder flasken en opløsning af natriumcarbonat, eller også indeholder den en opløsning af natriumhydroxid. Foreslå en metode til at undersøge, hvilket af de to stoffer der er i opløsningen i dråbeflasken. Planlæg og udfør et eksperiment til illustration af dit forslag.

### **EFTERBEHANDLING**

1. Skriv afstemte ionreaktionsskemaer for de fire fældningsreaktioner i del 1, og skriv derefter afstemte reaktionsskemaer med stofformler.
2. Beskriv metoderne til påvisningen af de tre forskellige ioner i del 2. Skriv afstemte reaktionsskemaer for hver af de valgte fældningsreaktioner.

## Bilag 4: Rappportskabelon

# Titel på rapporten

Eventuelt foto/tegning

Dato for øvelsen:

Navn og klasse:

Navne på andre i gruppen:

## Indledning

*[Alle rapporter starter med en indledning, der indeholder den relevante baggrundsinformation og teori, der er nødvendigt for at forstå og bearbejde forsøget og forsøgsresultaterne. Desuden indeholder indledningen en kort beskrivelse af formålet med forsøget og eventuelle hypoteser, der undersøges. I fysik/kemi startes normalt med formålet, derefter følger teorien.]*

## Materialer og metoder

*[Efter indledningen følger et afsnit, der i detaljer beskriver præcist hvilke materialer, der er benyttet. Herefter følger eventuelt et afsnit om særlige sikkerhedsforanstaltninger, hvis det er relevant. Sidst følger en præcis beskrivelse af, hvordan forsøget er udført. Det er vigtigt, at dette afsnit er skrevet kort og præcist, men samtidig fyldestgørende og detaljeret nok til at en person med samme faglige forudsætninger som jer selv, kan tage udgangspunkt i dette afsnit og udføre et identisk forsøg. Det er ofte en god ide at supplere dette afsnit med en tegning eller fotografi af forsøgsopstillingen.]*

### Materialer

[Her skrives de materialer der er benyttet i forsøget, meget gerne på listeform]

### Sikkerhed (er ikke altid aktuel)

[Dette afsnit udgår hvis ikke der er særlige sikkerhedsaspekter der skal tages hensyn til]

### Fremgangsmåde

[En kort, præcis men fyldestgørende beskrivelse af hvad I præcist gjorde fra start til slut i forsøget]

## Resultater

*[I dette afsnit præsenteres først de målte resultater på en let og overskuelig måde. Dette gøres typisk ved hjælp af overskuelige tabeller eller grafer. Husk at nummerere tabellere og figurer, og husk at disse altid skal henvises til og kommenteres i brødteksten. Tabeller og figurer skal altid indeholde angivelse af, hvad der måles og i hvilken enhed. Viderebearbejdning af data og databehandling beskrives også i dette afsnit ved hjælp af illustrative eksempler på nødvendige beregninger. Der er normalt ikke nødvendigt at vise den samme type beregning mere end en gang. Resultatafsnittet skal ikke indeholde en diskussion, fortolkning eller vurdering af jeres målinger og beregninger, disse præsenteres i det efterfølgende diskussionsafsnit.]*



### **Måleresultater**

[Her opstiller du dine måleresultater på en overskuelig måde eksempelvis i tabeller. Husk enheder. Det er ikke nødvendigt med denne underoverskrift, bare måleresultaterne er klart adskilt fra databehandlingen og kommer før denne]

### **Databehandling**

[Her laver du forskellige beregninger på dine måleresultater og opstiller eventuelt nye tabeller, grafer og lignende]

### **Diskussion**

*[I diskussionsafsnittet skal I analysere, diskutere, fortolke og vurdere jeres opnåede resultater. Man kan med fordel henvise til relevant teori, der er præsenteret i indledningen, når målinger og beregninger skal analyseres og diskuteres. I diskussionsafsnittet har man et underafsnit, hvor måleusikkerheder og fejlkilder præsenteres. I jeres fortolkning og vurdering af resultaterne er det vigtigt at forholde sig til måleusikkerheder og eventuelle fejlkilder i forsøget, og forklare hvorvidt og i så fald hvordan de har haft indflydelse på jeres opnåede resultater.]*

### **Måleusikkerheder og fejlkilder**

[I denne del af diskussionsafsnittet diskuterer du hvor præcise dine målinger er og om der eventuelt er systematiske fejlkilder der har påvirket dine resultater]

### **Konklusion**

*[Konklusionen skal være kort og præcis og opsummere jeres hovedresultater i forhold til øvelsens formål.]*

## Bilag 5: Læreplan i engelsk B

### Bilag 94

#### Engelsk B – stx, august 2017

### 1. Identitet og formål

#### 1.1. Identitet

Engelsk er et videns- og kundskabsfag, et færdighedsfag og et kulturfag. Faget beskæftiger sig med engelsk sprog, engelsksprogede tekster og litteratur, engelsksprogede kulturer, samfund, historie og globale forhold. Faget tager udgangspunkt i et udvidet tekstbegreb og omfatter anvendelse af engelsk i skrift og tale og viden om fagets stofområder.

#### 1.2. Formål

Formålet med undervisningen er, at eleverne i faget engelsk opnår evne til at forstå og anvende det engelske sprog, således at de kan orientere sig og agere i en globaliseret og digitaliseret verden. Det er derudover formålet, at eleverne opnår viden og kundskaber om britiske, amerikanske og andre engelsksprogede regioners samfundsforhold og kulturer, og at deres forståelse af egen kulturbaggrund dermed udvikles. Faget skaber grundlag for, at eleverne kan kommunikere på tværs af kulturelle grænser i almene såvel som faglige sammenhænge.

Undervisningen i fagets forskellige discipliner bidrager til at udvikle elevernes sproglige, kulturelle og æstetiske viden samt demokratiske bevidsthed, og bidrager dermed både til studie- og karrierekompetence og til elevernes dannelse. Fagets dannelsesside og kompetenceside er integrerede og indbyrdes forudsættende, således at udviklingen af kompetence til at agere, herunder kommunikere, i engelsksprogede sammenhænge hviler på en udvidet forståelse af engelsksprogede tekster, kulturer og samfund.

### 2. Faglige mål og fagligt indhold

#### 2.1. Faglige mål

Eleverne skal kunne:

### *Sprogfærdighed*

- forstå mundtlige engelske tekster og samtaler af en vis længde om almene og faglige emner
- udtrykke sig sammenhængende og forholdsvis flydende, herunder formulere egne synspunkter, i præsentation, samtale og diskussion på engelsk om almene og faglige emner med en relativ høj grad af grammatisk korrekthed
- læse og forstå skrevne tekster på engelsk i forskellige genrer af en vis længde om almene og faglige emner
- skrive klare, detaljerede og sammenhængende tekster på engelsk med forskellige formål om almene og faglige emner med en relativ høj grad af grammatisk korrekthed

### *Sprog, tekst og kultur*

- analysere og beskrive engelsk sprog med anvendelse af relevant faglig terminologi
- gøre rede for indhold, synspunkter og sproglige særtræk i engelsksprogede tekster
- analysere og fortolke tekster med anvendelse af faglig terminologi og metode
- perspektivere tekster kulturelt, samfundsmæssigt og historisk
- analysere og perspektivere aktuelle forhold i Storbritannien og USA med anvendelse af grundlæggende engelskfaglig viden om historiske, kulturelle og samfundsmæssige forhold
- orientere sig i et engelsksproget stof, herunder udøve kildekritik og dokumentere brugen af forskellige informationskilder
- anvende faglige opslagsværker og øvrige hjælpemidler
- behandle problemstillinger i samspil med andre fag
- demonstrere viden om fagets identitet og metoder.

## **2.2. Kernestof**

Gennem kernestoffet skal eleverne opnå faglig fordybelse, viden og kundskaber.  
Kernestoffet er:

- det engelske sprogs grammatik, ortografi og tegnsætning
- udtale, ordforråd og idiommer
- principper for tekstopbygning
- kommunikationsstrategier, standardsprog og variation
- det engelske sprog anvendt som globalt lingua franca
- et genremæssigt varieret udvalg af primært nyere fiktive og ikke-fiktive tekster, herunder et skrevet værk
- tekstanalytiske begreber og metoder til analyse af fiktive og ikke-fiktive tekster
- faglig læsning af engelske tekster i samspil med andre fag
- væsentlige historiske, kulturelle og samfundsmæssige forhold i Storbritannien og USA
- historiske og aktuelle forhold i andre engelsksprogede regioner.

Kernestoffet udgøres af autentiske, ubearbejdede engelsksprogede tekster, der med få undtagelser skal tage udgangspunkt i eller kunne sættes i forbindelse med fagets kulturområder.

### **2.3. Supplerende stof**

Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet.

Det supplerende stof perspektiverer kernestoffet og udvider elevernes faglige og flerfaglige horisont. Det supplerende stof kan være alle teksttyper samt stamme fra ikke-engelsksprogede regioner.

### **2.4 Omfang**

Det forventede omfang af fagligt stof er normalt svarende til 300-500 sider.

### **3. Tilrettelæggelse**

### **3.1. Didaktiske principper**

Undervisningen skal tage udgangspunkt i et fagligt niveau svarende til elevernes niveau fra grundskolen.

Undervisningen tilrettelægges, så der veksles mellem induktivt og deduktivt tilrettelagte forløb. Den faglige progression har elevernes egen sprogproduktion i centrum.

Arbejdet med sprog, tekst og kultur integreres således, at eleverne oplever en klar sammenhæng mellem fagets discipliner. Arbejdet med de sproglige aspekter sker ud fra et funktionelt sprogsyn og med udgangspunkt i de grammatiske emner, der bedst fremmer udviklingen af elevernes sprogfærdighed. Undervisningen skal fremme elevernes sproglige kreativitet og evne til at tænke innovativt og utraditionelt. For at styrke sammenhængen mellem elevernes viden om og anvendelse af grammatik tilrettelægges grammatikundervisningen med didaktisk variation, så der veksles mellem at inddrage et grammatisk fokus i tekstlæsningen og at arbejde særskilt med grammatik, begge med vægt på grammatiske strukturer i kontekst. Arbejdet med tekster og kultur tilrettelægges, så det fremmer elevernes evne til at læse og fortolke tekster. Progressionen i tekstlæsningen skal bygge på elevernes voksende viden om historiske, kulturelle, litterære og samfundsmæssige forhold. Brug af analysebegreber skal være et fokuspunkt i såvel den mundtlige som den skriftlige undervisning.

Der skal arbejdes med lytte-, læse- og kommunikationsstrategier og med strategier for fremmedsprogstilegnelse. Arbejdsproget er som udgangspunkt engelsk.

### **3.2. Arbejdsformer**

Arbejdet med faget organiseres fortrinsvis i emner. Der skal indgå mindst seks emner, som skal have udgangspunkt i fagets kernestof. Et emne sammensættes med et omfang af tekster, der giver mulighed for at kombinere og variere intensive og ekstensive tekstlæsningstilgange og understøtter faglig fordybelse. Gennem emnearbejdet og andre faglige aktiviteter skal eleverne opnå erfaringer med sproget og fagets anvendelse, der kan give dem forståelse for egne karrierespørgsmål og mulige uddannelsesvalg, hvor engelsk spiller en rolle.

Undervisning og arbejdsformer, der fortrinsvis er lærerstyrede, skal gradvist afløses af undervisning og arbejdsformer, der giver eleverne større selvstændighed, medbestemmelse og ansvar. Arbejdsformer og metoder skal passe til de faglige mål, og det skriftlige og mundtlige arbejde skal varieres ved at anvende en bred vifte af afleveringstyper og præsentationsformer med forskellige formål, så eleverne udvikler en flydende og sammenhængende udtryksfærdighed både mundtligt og skriftligt.

Elevernes kreativitet udfordres i innovative projekter.

Arbejdet med fagets skriftlige side, herunder afleveringsopgaver, skal tilrettelægges i en progression, der understøtter det mundtlige tekst- og emnearbejde såvel som sprogtilægnelsen. Derigennem skal eleverne udvikle evnen til at beherske det engelske sprog i en fri skriftlig fremstilling og til skriftligt at udtrykke sig klart og sammenhængende på engelsk med en relativ høj grad af grammatisk korrekthed.

Eleverne trænes i at revidere selvproducerede tekster på basis af feedback. I undervisningen arbejdes med både skriveprocessen, herunder forskellige hensigtsmæssige skrivestrategier, og det færdige produkt og dets kvaliteter. Feedback på skriftligt arbejde skal give klare anvisninger på, hvordan eleven kan forbedre sig.

Der trækkes på elevernes viden fra almen sprogforståelse i det sproglige arbejde.

### **3.3. It**

Elevernes forståelse af digitale mediers mulige bidrag til deres faglige læring skal udvikles, så de kan foretage aktive og kritiske valg af brug af it til at støtte sprogtilægnelsen og evnen til at udtrykke sig klart og nuanceret på korrekt engelsk. Elevernes evne til at søge, sortere og udvælge samt formidle relevant fagligt materiale med kildekritisk bevidsthed skal udvikles. Eleverne skal opnå viden om digitale mediers betydning for kommunikation, så de kan indgå ansvarligt, kritisk og etisk bevidst i globale og digitale fællesskaber.

### **3.4. Samspil med andre fag**

Engelsk B er omfattet af det generelle krav om samspil mellem fagene og indgår i almen sprogforståelse i overensstemmelse med de regler, der gælder for dette forløb. Faget samarbejder med dansk og 2. fremmedsprog om fælles fagbegreber for analyse af sprog og tekster.

Dele af kernestof og supplerende stof skal vælges og behandles, så det kan bidrage til styrkelse af det faglige samspil imellem fagene og i studieretningen. I tilrettelæggelsen af undervisningen i Engelsk B inddrages elevernes viden og kompetencer fra andre fag, som eleverne hver især har, så de bidrager til perspektivering af emnerne og belysning af fagets almindennende sider. Engelsk B indgår desuden i de flerfaglige forløb, der forbereder eleverne til arbejdet med studieretningsprojektet. I disse forløb, såvel som i studieretningsprojektet, skal der anvendes autentisk, engelsksproget materiale, der med få undtagelser tager udgangspunkt i eller kan sættes i forbindelse med fagets kulturområder, således at eleverne kan demonstrere indsigt i fagets identitet og metode. Samspillet med studieretningsfagene skal tydeliggøre, hvordan forskellige fag og metoder kan bidrage til at øge forståelsen af komplekse problemstillinger. Derudover bidrager samspillet til elevernes faglige formidlingsbevidsthed samt forståelse af engelsk som internationalt arbejdssprog ved, at eleverne tilegner sig og formidler dele af det faglige stof på engelsk. Yderligere bidrager samspillet til at skabe mulighed for anvendelse af engelsk som arbejdssprog i lingua franca situationer.

## **4. Evaluering**

### **4.1. Løbende evaluering**

Med udgangspunkt i de faglige mål skal der ved undervisningens start og i årets løb foretages evaluering i form af screening eller andre individuelle test for at fastslå den enkelte elevs niveau og progression i mundtlige og skriftlige færdigheder.

Elevernes viden, kundskaber og færdigheder i relation til historiske, kulturelle, litterære og samfundsmæssige forhold evalueres løbende i emnearbejdet. I evalueringen af det skriftlige arbejde veksles mellem forskellige former for evaluering af det færdige produkt og en procesorienteret evaluering.

### **4.2. Prøveformer**

Der afholdes en centralt stillet skriftlig prøve og en mundtlig prøve.

#### *Den skriftlige prøve*

Grundlaget for den skriftlige prøve er et centralt stillet opgavesæt. Prøvens varighed er fem timer.

#### *Den mundtlige prøve*

Prøven tager udgangspunkt i et autentisk, ubearbejdet materiale, der er tematisk tilknyttet et studeret emne. De emner, der indgår som grundlag for prøven, skal tilsammen dække de faglige mål og kernestoffet. Prøvematerialet skal bestå af en eller flere tekster samt korte instrukser på engelsk, der angiver, hvordan eksaminanden skal arbejde med teksterne. Teksterne i prøvematerialet skal have et samlet omfang på to til tre normalsider eller seks til ni minutters afspillet tekst eller en kombination. Såvel kendte som ukendte tekster kan indgå, men mindst én tekst skal være ukendt. Omfanget skal tage hensyn til materialets sværhedsgrad og sikre, at de faglige mål kan bedømmes. Hvis materialet udelukkende består af lyrik, kan omfanget være mindre end det angivne. En normalside er for prosa 2400 enheder (antal anslag inklusive mellemrum), for lyrik og drama 30 linjer, for elektronisk mediemateriale tre minutter.

Eksaminationstiden er ca. 30 minutter pr. eksaminand. Der gives ca. 60 minutters forberedelsestid. Eksaminationen indledes af eksaminanden med en mundtlig præsentation på ca. otte minutter og former sig derefter som en samtale mellem eksaminand og eksaminator. Eksaminanden skal kunne redegøre for, hvilke kilder der eventuelt har været anvendt i forberedelsestiden.

Det samme ukendte prøvemateriale må anvendes højst tre gange på samme hold.

### 4.3. Bedømmelseskriterier

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilken grad eksaminandens præstation opfylder de faglige mål, som de er angivet i pkt. 2.1.

Ved *den skriftlige prøve* lægges der vægt på, at eksaminanden

- giver en detaljeret samt sammenhængende fremstilling
- behersker engelsk skriftsprog med relativ høj grad af grammatisk korrekthed
- viser tekstforståelse og anvender fagets analytiske begreber og metoder
- analyserer og beskriver engelsk sprog grammatisk
- anvender faglige hjælpemidler samt dokumenterer kilder.

Der gives én karakter ud fra en helhedsvurdering af den samlede besvarelse.

Ved *den mundtlige prøve* lægges der vægt på, at eksaminanden

- behersker et sammenhængende og forholdsvis flydende engelsk med relativ høj grad af grammatisk korrekthed
- giver en klart sammenhængende præsentation
- analyserer, fortolker og perspektiverer prøvematerialet med anvendelse af fagets analytiske begreber og metoder
- anvender den viden, der er opnået i arbejdet med det studerede emne.

Der lægges i bedømmelsen vægt på, at eksaminanden kan indgå i uddybende samtale om præsentationen, herunder redegøre for eventuelle kilder anvendt i forberedelsen.

Der gives én karakter ud fra en helhedsvurdering af den samlede præstation.

Ved prøve, hvor faget indgår i fagligt samspil med andre fag, lægges der vægt på eksaminandens evne til

- at behandle problemstillinger i samspil med andre fag
- at demonstrere viden om fagets identitet og metoder.



## Bilag 6: Læreplan i kemi B

**Bilag 107**

**Kemi B – stx, august 2017**

### **1. Identitet og formål**

#### **1.1. Identitet**

Kemi er et naturvidenskabeligt fag, hvor kemiske forbindelsers opbygning, egenskaber og betingelser for at ændres ved reaktioner udforskes, beskrives og forklares. Kemi udgør en vigtig del af den moderne naturvidenskab. Kemi har stor betydning for samfundets fortsatte økonomiske og teknologiske udvikling, både nationalt og internationalt, idet der i kemisk forskning arbejdes med f.eks. bio- og nanoteknologi, lægemidler, fødevarerproduktion, miljøforskning, udvikling af nye materialer og bæredygtige teknologier til kemisk produktion. Kemisk viden og metoder udgør i dag et centralt element i en række uddannelser og erhverv indenfor de naturvidenskabelige, tekniske og sundhedsvidenskabelige områder.

Det er essentielt for kemifaget, at kemisk viden og begrebsforståelse udvikles gennem vekselvirkning mellem teori, modeller og eksperimenter.

#### **1.2. Formål**

I kemi B skal eleverne opnå en bred kemifaglig viden og kendskab til en række eksperimentelle metoder. Elevernes opnåede kemiske viden og kundskaber vil sammen med generelle naturvidenskabelige kompetencer bidrage til deres almindelse og danne grundlaget for elevernes valg af uddannelser inden for især naturvidenskabelige, sundhedsvidenskabelige og tekniske områder, hvor kemi udgør et vigtigt element.

Arbejdet med faget skal give eleverne en forståelse for, at kemisk viden, kreativitet og innovative tiltag kan være vigtige bidrag til et moderne samfund, ved at kemi i samspil med andre fag kan belyse og løse aktuelle problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold. Eleverne opnår en bred viden om anvendelse af kemiske forbindelser i deres hverdag, og hvordan disse kan påvirke både mennesker og miljø. Eleverne sættes herved i stand til at forholde sig reflekterende og ansvarligt til problemstillinger med kemisk indhold.

Elevernes studiekompetence opbygges gennem en vekslen mellem arbejde med kemisk teori, modeller, eksperimenter og anvendelser af kemi i hverdagen. Eleverne arbejder med

såvel mundtlig som skriftlig formidling af deres opnåede viden og kundskaber. Herved gives eleverne et kvalificeret grundlag for at tage stilling til valg af videregående uddannelse med naturvidenskabeligt indhold, samt indsigt i karrieremuligheder, som faget peger frem imod.

## **2. Faglige mål og fagligt indhold**

### **2.1. Faglige mål**

Eleverne skal kunne:

- anvende fagbegreber, fagsprog, modeller og metoder til at beskrive, analysere og vurdere kemiske problemstillinger
- relatere iagttagelser, modeller og symbolsprog til hinanden ved anvendelse af kemisk fagsprog
- gennemføre kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde under hensyntagen til laboratoriesikkerhed, herunder tilrettelægge simple kemiske eksperimenter
- indsamle, efterbehandle, analysere og vurdere iagttagelser og resultater fra eksperimentelt arbejde
- dokumentere eksperimentelt arbejde mundtligt og skriftligt, herunder sammenknytte teori og eksperimenter
- gennemføre og vurdere beregninger ved undersøgelser af simple kemiske problemstillinger
- anvende digitale værktøjer, herunder fagspecifikke, i en konkret faglig sammenhæng
- anvende relevante matematiske modeller, metoder og repræsentationsformer i behandling af kemiske problemstillinger
- indsamle, vurdere og anvende kemifaglige tekster og informationer fra forskellige kilder
- formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om kemiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer
- demonstrere viden om kemis identitet og metoder

- anvende fagets viden og metoder til analyse, vurdering og perspektivering i forbindelse med samfundsmæssige, teknologiske eller miljømæssige problemstillinger med kemisk indhold og til at udvikle og vurdere løsninger
- behandle problemstillinger i samspil med andre fag.

## 2.2. Kernestof

Gennem kernestoffet skal eleverne opnå faglig fordybelse, viden og kundskaber.

Kernestoffet er:

- kemisk fagsprog, herunder navngivning, kemiske formler og reaktionsskemaer
- grundstoffernes periodesystem, herunder atomets opbygning
- mængdeberegninger i relation til reaktionsskemaer og opløsninger
- kemiske bindingstyper, tilstandsformer, opløselighedsforhold, eksempler på struktur- og stereoisomeri
- uorganisk kemi: stoffkendskab, herunder opbygning og egenskaber, og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser
- organisk kemi: stoffkendskab, herunder opbygning, egenskaber, isomeri, og anvendelse for stofklasserne carbonhydrider, alkoholer, carboxylsyrer og estere, samt opbygning af og udvalgte relevante egenskaber for stofklasserne aldehyder, ketoner og aminer
- eksempel på makromolekyler
- stofidentifikation ved kvalitative analyser
- homogene kemiske ligevægte, herunder forskydning på kvalitativt og simpelt kvantitativt grundlag
- syre-basereaktioner, herunder beregning af pH for vandige opløsninger af syrer henholdsvis baser
- fældnings- og redoxreaktioner, herunder afstemning med oxidationstal
- organiske reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensation og hydrolyse
- reaktionshastighed på kvalitativt grundlag, herunder katalyse

- kvalitative og kvantitative eksperimentelle metoder, herunder separation, simpel syntese, forskellige typer af titrering, vejeanalyse, spektrofotometri og chromatografi
- kemikaliemærkning og sikkerhedsvurdering ved eksperimentelt arbejde.

### **2.3. Supplerende stof**

Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Kernestoffet og det supplerende stof udgør tilsammen en helhed. Det supplerende stof skal uddybe og perspektivere kernestoffet, men kan også omfatte nye emneområder. Ved udvælgelsen af det supplerende stof skal det sikres, at kemis anvendelsesorienterede aspekter træder klart frem. Der skal indgå områder med relation til elevernes hverdag, den aktuelle debat eller kemis betydning i global sammenhæng.

Dele af det supplerende stof vælges i samarbejde med eleverne.

Der skal indgå materiale på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog.

### **2.4. Omfang**

Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 250-400 sider.

## **3. Tilrettelæggelse**

### **3.1. Didaktiske principper**

Undervisningen skal tage udgangspunkt i et fagligt niveau svarende til elevernes kemifaglige viden og metodekendskab fra grundskolen.

Undervisningen centrerer omkring tematiske forløb, der f.eks. tager udgangspunkt i kemiske problemstillinger, der viser eleverne kemis betydning for forståelse af deres hverdag og omverden, herunder kemiske problemstillinger af teknologisk og samfundsmæssig betydning. Der kan indgå såvel kernestof som supplerende stof i de enkelte tematiske forløb, men forløbene kan også suppleres med perioder, hvor faglig viden læres systematisk, eller hvor elevernes innovative kompetencer trænes.

Temaerne kan udfoldes såvel i særfaglig undervisning som i samarbejde med andre fag. Det teoretiske og eksperimentelle arbejde skal støtte hinanden og integreres, således at eleverne opøves i at kombinere iagttagelser og teori.

### 3.2. Arbejdsformer

Undervisningen tilrettelægges med:

- variation i arbejdsformer, herunder elevaktiverende arbejdsformer og eventuelt arbejdsformer, der træner elevernes innovative kompetencer
- tematiske forløb, eventuelt suppleret med perioder, hvor der arbejdes med fagets systematiske opbygning eller innovative løsninger på problemstillinger med kemisk indhold
- variation i mundtlige genrer og træning i brug af fagsprog og faglig argumentation
- variation i undervisningsmaterialer
- anvendelse af relevante digitale værktøjer
- udadrettet aktivitet eller samarbejde med eksterne partner, som eksemplificer fagets anvendelsesområder og karrieremuligheder.

#### *Eksperimentelt arbejde*

Elevernes eget eksperimentelle arbejde i laboratoriet skal udgøre mindst 20 pct. af fagets undervisningstid og omfatter ikke elevernes efterbehandling. Det eksperimentelle arbejde:

- skal stå centralt i undervisningen
- vælges bredt og varieret, og omfatter både kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde
- skal tilrettelægges med både lærerstyret og mere selvstændigt tilrettelagt eksperimentelt arbejde
- kan suppleres med andre aktiviteter af eksperimentel karakter, f.eks. demonstrationsforsøg og virtuelle eksperimenter, som dog ikke indgår i den afsatte tid til elevernes eget eksperimentelle arbejde.

#### *Skriftligt arbejde*

Skriftlighed i kemi B omfatter arbejde med fagets forskellige skriftlige genrer med sigte på læreproces og faglig formidling. Det skriftlige arbejde omfatter blandt andet følgende:

- journaler og rapporter over eksperimentelt arbejde

- forskellige opgavetyper, blandt andet med henblik på træning af faglige elementer og samspil med andre fag
- andre produkter som f.eks. præsentationer og videoer.

Det skriftlige arbejde i kemi B skal give eleverne mulighed for at fordybe sig i kemiske problemstillinger og styrke tilegnelsen af kemisk viden og arbejdsmetoder. Det skriftlige arbejde tilrettelægges, så der er progression i fagets skriftlighed og sammenhæng til skriftligt arbejde i andre fag som bidrag til udviklingen af den enkelte elevs skriftlige kompetencer.

### **3.3. It**

Digitale værktøjer indgår som en integreret del af undervisningen f.eks. til formidling, kommunikation, samarbejde, dataopsamling, databehandling, modellering, visualisering, simulering og informationssøgning. Ved tilrettelæggelsen af undervisningen inddrages relevante digitale værktøjer til gennemførelse af eksperimentelt arbejde og elevernes arbejde med det kemifaglige stof og formidlingen af dette.

### **3.4. Samspil med andre fag**

Dele af kernestof og det supplerende stof vælges og behandles, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. I tilrettelæggelsen af undervisningen inddrages desuden elevernes viden og kompetencer fra andre fag, som eleverne hver især har, så de bidrager til perspektivering af emnerne og belysning af fagets almindennende sider.

Kemi B kan desuden indgå i de flerfaglige forløb, der forbereder eleverne til arbejdet med studieretningsprojektet.

Når kemi B er studieretningsfag, skal der tilrettelægges forløb sammen med andre fag, som viser styrken i fagenes samspil og perspektiverer kemi. Et forløb skal så vidt muligt omfatte et samarbejde med et andet studieretningsfag.

## **4. Evaluering**

### **4.1. Løbende evaluering**

Elevernes udbytte af undervisningen evalueres jævnligt blandt andet på baggrund af det skriftlige arbejde, således at der bliver grundlag for en fremadrettet vejledning af den enkelte elev i arbejdet med at nå de faglige mål og for justering af undervisningen.

#### **4.2. Prøveform**

Der afholdes en mundtlig prøve på grundlag af en opgave udarbejdet af eksaminator. Opgaven dækker både teoretisk stof og eksperimentelt arbejde, som fagligt er knyttet til hinanden. Opgaven indeholder en overskrift, en kort præciserende tekst og mindst et bilag. Bilag skal kunne danne baggrund for faglig uddybning og perspektivering med inddragelse af kernestof eller supplerende stof. Bilagets indhold skal have et omfang, således at hele bilagets indhold kan forventes inddraget under eksaminationen.

Opgaverne, der indgår som grundlag for prøven, skal tilsammen i al væsentlighed dække faglige mål, kernestoffet og supplerende stof. Den enkelte opgave må anvendes højst to gange på samme hold. Bilag må genbruges i forskellige opgaver efter eksaminators valg. Opgaverne uden bilag skal være kendte af eksaminanderne inden prøven.

Eksaminationstiden er ca. 30 minutter pr. eksaminand. Der gives ca. 30 minutters forberedelsestid, i hvilken eksaminanden, i den udstrækning det er praktisk muligt, har adgang til relevant eksperimentelt udstyr og relevante kemikalier. Bilag knyttet til den udtrukne opgave udleveres ved forberedelsens start. Eksaminationen former sig som en samtale mellem eksaminand og eksaminator med udgangspunkt i opgaven. Under eksaminationen skal relevant eksperimentelt udstyr og relevante kemikalier være til rådighed. Eksperimentelt udstyr og bilag skal inddrages i eksaminationen. Undtagelsesvist kan særligt apparatur og særlige kemikalier udelades ved eksaminationen.

#### **4.3. Bedømmelseskriterier**

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilket omfang eksaminandens præstation lever op til de faglige mål, som de er angivet i pkt. 2.1. I bedømmelsen lægges der vægt på eksaminandens evne til at:

- anvende fagets viden og metoder til behandling af kemiske problemstillinger
- beskrive udførelsen af eksperimentelt arbejde
- inddrage relevante metoder og resultater fra det eksperimentelle arbejde
- forklare sammenhænge mellem det eksperimentelle arbejde og den tilknyttede teori
- inddrage relevante kemiske emner og det udleverede bilag i den faglige samtale

- perspektivere den faglige viden til andre dele af faget eller til problemstillinger med kemisk indhold
- udtrykke sig mundtligt således, at tankegangen fremstår struktureret og tydelig.

Der gives en karakter på baggrund af en helhedsvurdering af eksaminandens præstation.

Ved prøve, hvor faget indgår i fagligt samspil med andre fag, lægges der vægt på eksaminandens evne til at:

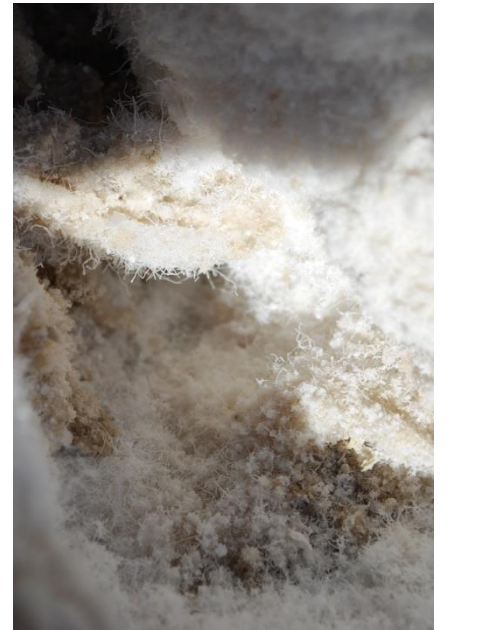
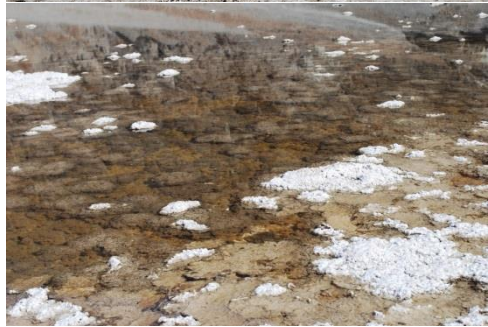
- behandle problemstillinger i samspil med andre fag
- demonstrere viden om fagets identitet og metoder.

#### **4.4. Selvstuderende**

En selvstuderende skal have gennemført laboratoriekursus i kemi (Bek. om de gymnasiale uddannelser § 49) med attestation fra den institution, der afholdt kurset, for at kunne indstilles til prøve. Hvis den selvstuderende kan dokumentere gennemførelse af eksperimentelt arbejde i et omfang svarende til niveauets eksperimentelle arbejde fra tidligere kemiundervisning, f.eks. i form af rapporter eller journaler, kan den selvstuderende indstilles til prøve uden at gennemføre laboratoriekursus. Det tidligere gennemførte eksperimentelle arbejde indgår på samme måde som grundlag for prøven, som eksperimentelt arbejde i en almindelig undervisningssammenhæng. Lederen af den skole, hvor prøven finder sted, beslutter, om tidligere eksperimentelt arbejde kan udgøre et tilstrækkeligt grundlag for den selvstuderendes prøve.



**Bilag 7: Billeder fra notatark**



## Bilag 8: Student-t test på pre- og posttest i begge klasser

**TwoSampleTTest(test1a, test1b, 0, confidence = .95);**

**Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)**

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 65.1235, 67.0455

Sample Standard Dev: 7.32234, 9.44115

Difference in Means: -1.922

Distribution: StudentT(39.0527357348547)

Computed Statistic: -.782217456404132

Computed p-value: .438804077928527

Confidence Interval: -6.89176611977995 .. 3.04777060782705

(difference of population means)

Result: [Accepted]

**This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = true, confidenceinterval = -6.89176611977995 .. 3.04777060782705,

distribution = StudentT(39.0527357348547), pvalue = 0.438804077928527, statistic = -0.782217456404132]

**TwoSampleTTest(test2a, test2b, 0, confidence = .95);**

**Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)**

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 68.0111, 74.0727

Sample Standard Dev: 8.12434, 12.2756

Difference in Means: -6.06162

Distribution: StudentT(35.0579616945545)

Computed Statistic: -1.98830236350855

Computed p-value: .0546301550543511

Confidence Interval: -12.2503166387098 .. .127084315477418

(difference of population means)

Result: [Accepted]

**This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = true, confidenceinterval = -12.2503166387098 .. 0.127084315477418,

distribution = StudentT(35.0579616945545), pvalue = 0.0546301550543511, statistic = -1.98830236350855]

**TwoSampleTTest(test1a, test2a, 0, confidence = .95);**

**Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)**

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 27

Sample Means: 65.1235, 68.0111

Sample Standard Dev: 7.32234, 8.12434

Difference in Means: -2.88765

Distribution: StudentT(51.4482154344369)

Computed Statistic: -1.37189989389024

Computed p-value: .176047537114096

Confidence Interval: -7.11243921443442 .. 1.33713056480479

(difference of population means)

Result: [Accepted]

**This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = true, confidenceinterval = -7.11243921443442 .. 1.33713056480479,

distribution = StudentT(51.4482154344369), pvalue = 0.176047537114096, statistic = -1.37189989389024]

**TwoSampleTTest(test1b, test2b, 0, confidence = .95);**

**Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)**

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 22, 22

Sample Means: 67.0455, 74.0727

Sample Standard Dev: 9.44115, 12.2756

Difference in Means: -7.02727

Distribution: StudentT(39.404150985627)

Computed Statistic: -2.12838392995297

Computed p-value: .0396117184745652

Confidence Interval: -13.7033901444687 .. -.351155316440341

(difference of population means)

Result: [Rejected]

**This statistical test provides evidence that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = false, confidenceinterval = -13.7033901444687 .. -0.351155316440341,

distribution = StudentT(39.4041509856270), pvalue = 0.0396117184745652, statistic = -2.12838392995297]

## Bilag 9: t-test på score i kemirapporter

TwoSampleTTest(kemiscore1a, kemiscore1b, 0, confidence = .95);

Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 4.18519, 4.09091

Sample Standard Dev: 1.88184, 2.52434

Difference in Means: 0.0942761

Distribution: StudentT(38.0267012998455)

Computed Statistic: .145331203148261

Computed p-value: .885216995802781

Confidence Interval: -1.21891453603663 .. 1.40746672458882

(difference of population means)

Result: [Accepted]

This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

[hypothesis = true, confidenceinterval = -1.21891453603663 .. 1.40746672458882,

distribution = StudentT(38.0267012998455), pvalue = 0.885216995802781, statistic = 0.145331203148261]

## Bilag 10: Student t-test på score i kemirapport, sammenlagte kriterier begge klasser

TwoSampleTTest(a12, b12, 0, confidence = .95);

Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 2.37037, 1.81818

Sample Standard Dev: 1.14852, 1.40192

Difference in Means: 0.552189

Distribution: StudentT(40.4727639467073)

Computed Statistic: 1.48541923188376

Computed p-value: .14518102062665

Confidence Interval: -.198851106596391 .. 1.3032282109735

(difference of population means)

Result: [Accepted]

This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

[hypothesis = true, confidenceinterval = -0.198851106596391 .. 1.30322821097350,

distribution = StudentT(40.4727639467073), pvalue = 0.145181020626650, statistic = 1.48541923188376]

**TwoSampleTTest(a34, b34, 0, confidence = .95);**

**Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)**

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 27, 22

Sample Means: 1.81481, 2.27273

Sample Standard Dev: 1.14479, 1.3159

Difference in Means: -0.457912

Distribution: StudentT(41.9893307270948)

Computed Statistic: -1.28368192421932

Computed p-value: .206292257468174

Confidence Interval: -1.17780396058836 .. .261979044763439

(difference of population means)

Result: [Accepted]

**This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = true, confidenceinterval = -1.17780396058836 .. 0.261979044763439,

distribution = StudentT(41.9893307270948), pvalue = 0.206292257468174, statistic = -1.28368192421932]



## Bilag 11: Student t-test på kemiscore i kemirapport og essay 1b

TwoSampleTTest(kemiscore1b, engelskscore1b, 0, confidence = .95);

Standard T-Test on Two Samples (Unequal Variances)

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Sizes: 22, 22

Sample Means: 4.09091, 4.54545

Sample Standard Dev: 2.52434, 2.32435

Difference in Means: -0.454545

Distribution: StudentT(41.7170745119604)

Computed Statistic: -.621312652184636

Computed p-value: .537774400251493

Confidence Interval: -1.93124838121078 .. 1.02215747211987

(difference of population means)

Result: [Accepted]

This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

[hypothesis = true, confidenceinterval = -1.93124838121078 .. 1.02215747211987,

distribution = StudentT(41.7170745119604), pvalue = 0.537774400251493, statistic = -0.621312652184636]

## Bilag 12: Student t-test på score i kemirapport og essay 1b, sammenlagte kriterier

TwoSamplePairedTTest(k12, e12, 0, confidence = .95);

### Standard T-Test with Paired Samples

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Size: 22

Difference in Means: -0.545455

Difference Std. Dev.: 1.37069

Distribution: StudentT(21)

Computed Statistic: -1.86651305058503

Computed p-value: .0759966317180222

Confidence Interval: -1.1531839272613 .. .0622748363522097

(difference of population means)

Result: [Accepted]

This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.

[hypothesis = true, confidenceinterval = -1.15318392726130 .. 0.0622748363522097,

distribution = StudentT(21), pvalue = 0.0759966317180222, statistic = -1.86651305058503]

**TwoSamplePairedTTest(k34, e34, 0, confidence = .95);**

### **Standard T-Test with Paired Samples**

-----  
Null Hypothesis:

Sample drawn from populations with difference of means equal to 0

Alt. Hypothesis:

Sample drawn from population with difference of means not equal to 0

Sample Size: 22

Difference in Means: 0.0909091

Difference Std. Dev.: 1.50899

Distribution: StudentT(21)

Computed Statistic: .282573722683584

Computed p-value: .780270043908866

Confidence Interval: -.578140394415529 .. .759958576233711

(difference of population means)

Result: [Accepted]

**This statistical test does not provide enough evidence to conclude that the null hypothesis is false.**

[hypothesis = true, confidenceinterval = -0.578140394415529 .. 0.759958576233711,

distribution = StudentT(21), pvalue = 0.780270043908866, statistic = 0.282573722683584]