

Udvikling af elevernes kemiske observationskompetencer



Helle Kruse Krossá,
Broskolen, Aarslev



Morten Rask Petersen,
Anvendt Forskning i
Pædagogik og Samfund,
UCL

Abstract: *I fælles mål og den fællesfaglige naturfagsprøve som er blevet indført de seneste år lægges der større vægt på elevernes egne undersøgelser. Som en del af at opstille egne undersøgelser findes observationer. I denne artikel belyser vi hvad observationer er og hvordan man kan tilrettelægge undervisningen således at elever går fra hverdagsobservationer mod videnskabelige observationer. Udgangspunktet er en undersøgelse på 9. klassetrin med fokus på kemi, hvor elevernes kompetencer i at udføre observationer følges gennem tre undersøgelsesbaserede forløb. Resultaterne viser hvordan elever kan skifte fra hverdagsobservationer til videnskabelige observationer gennem kemiforløb med fokus på observationer.*

Introduktion

Med de nye fælles kompetenceområder for folkeskolens naturfag indført i 2014 og ikke mindst den nye fællesfaglige naturfagsprøve er der lagt betydelig større vægt på elevernes kompetencer til at udføre og analysere egne undersøgelser i naturfagsundervisningen. Eleverne skal altså gennem folkeskolen opnå kompetencer til at opstille, udføre og analysere deres egne undersøgelser. Internationalt findes der en anerkendelse af at observationer er en af nøglekompetencerne inden for inquiry-based science education (IBSE) (Fox & Lee, 2013). I en dansk kontekst findes en lidt tilsvarende, men måske også mere implicit erkendelse. I vejledningerne til alle fagene biologi, fysik/kemi og geografi står der eksempelvis:

“Eleverne har i natur/teknologi arbejdet med undersøgelser og har herigennem erfaret, at man ved systematisk observation og tilhørende forklaringer kan opnå en generaliseret forståelse af sammenhænge mellem fænomener i den fysiske omverden.” (Læseplan for fagene biologi, fysik/kemi og geografi, 2014, s. 4)

Der ligger således allerede en klar forventning om at eleverne ved påbegyndelsen af overbygningens naturfag har opnået en vis kompetence specifikt inden for at observere gennem faget natur/teknologi. Eberbach & Crowley (2009) viser gennem et review at lærere ofte ikke har et klart billede af hvad en observation faktisk er. Dette stemmer godt overens med vores egne erfaringer om at lærere ikke har et specifikt fokus på observationer, men ofte tager for givet at eleverne kan det af sig selv. Det er vores påstand i denne artikel at fokus på elevernes observationskompetencer er et overset, men centralt fokuspunkt i naturfagsundervisningen.

Problemet i dette er at der er væsentlige forskelle i forudsætningerne for den måde børn laver hverdagsobservationer på, og den måde observationer bruges i videnskabelig sammenhæng. Et eksempel er givet af Trumbull, Bonney & Grudens-Schuck (2005) i et undervisningsforløb om fugle ved foderbrættet. På trods af simple præmisser hvor elever fra overbygningen i grundskolen skulle opstille foderbrætter og dermed gennem systematiske observationer lære om autentisk dataindsamling og fuglenes biologi, blev udbyttet af undervisningen meget ringe. Den efterfølgende evaluering viste at eleverne hverken havde lært mere om dataindsamling eller om fuglenes biologi. Læreren og de involverede eksperter havde taget forskellige faktorer for givet, fx genkendelse af individer, genkendelse af fugle i flugt o.l. Problemet lå i at disse faktorer ikke var givet for eleverne der stod som novicer i fugleobservationer og derfor ikke havde den grundlæggende viden om hvad det var de skulle observere på. Eksemplet viser at hvis observationer i undervisningen skal bruges til at lære naturfagene, skal det være mere end bare at sætte eleverne til at se på dyr eller planter. Eleverne skal have faglige forudsætninger for at kunne gøre det.

Et andet eksempel på dette ses hos Frøylund, Remmen & Sørvik (2016) hvor to casestudier viser at selve tilgangen til observationer kan have en væsentlig indflydelse på elevernes udbytte og kompetenceudvikling. Her blev én gruppe introduceret til klassifikation af sten gennem navne og opslag i bøger baseret på genkendelse, mens en anden gruppe blev introduceret til klassifikationen gennem stenenes karakteristika, fremkommet ved hhv. vulkansk dannelse, sedimentær dannelse eller metamorf dannelse. Derved fik eleverne en forståelse af stenenes oprindelse. Efter et år var den sidste gruppe i stand til meget hurtigt at klassificere ukendte stenarter, mens den første gruppe måtte opgive det. Det er derfor en væsentlig komponent i det at lære at foretage observationer at eleverne opnår en forståelse af ikke blot hvad det er de skal observere, men også hvorfor.

I denne artikel tager vi udgangspunkt i den teoretiske ramme som Eberbach & Crowley (2009) udviklede gennem deres review hvor de skelner mellem hverdagsobservationer, et transitionsstadium og videnskabelige observationer (se tabel 1). Dette rammeværk har vi tilpasset kemiundervisningen i den danske folkeskole og undersøgt gennem en række undervisningsgange. Udgangspunktet for artiklen er at undersøge spørgsmålet:

På hvilken måde hjælpes elevernes observationskompetencer i kemi i retning af videnskabelige observationer gennem en undersøgelsesbaseret tilgang til undervisningen?

Vi introducerer nu først begrebet observationer og dernæst et teoretisk fokus på overgangen (transitionen) fra hverdagsobservationer til videnskabelige observationer. Herefter skitserer vi kemiundervisningen som ramme for at undersøge elevernes observationer, og vi beskriver tre forløb samt udbyttet af disse. Endelig diskuterer vi elevernes observationskompetencer og muligheden for at udvikle disse i undersøgelsesbaserede rammer.

Hvad er observationer?

Eberbach & Crowley (2009) fremhæver 4 faktorer der er essentielle for at elevernes hverdagsobservationer kan trækkes i retning af mere videnskabeligt orienterede observationer, nemlig (i) iagttagelse som refererer til både sanselige og kognitive oplevelser ved at iagttage, (ii) forventninger der refererer til den forhåndsviden og de hypoteser man som observatør opstiller før observationen starter, (iii) observationskemaer som er den måde man dokumenterer sine observationer på, og endelig (iv) indsats som henviser til det engagement observatøren lægger i arbejdet (se tabel 1).

	Hverdagsobservationer	Transition	Videnskabelige observationer
Iagttagelse	Ser overordnet på forskelle i det observerede (fx fugle fra andre dyr). Ser flere irrelevante kendetegn end relevante uden at kunne skelne det ene fra det andet (fx mudder på en sten og ikke på en anden). Beskriver uden fagspecifik struktur. Kan navngive enkelte emner uden at det giver en samlet mening.	Ser flere relevante kendetegn og begynder at kunne se mønstre i disse. Bruger og beskriver kendetegn i fagtermer. Forbinder kendetegn til funktion og adfærd. Iagttagelse stimulerer relateret viden. Organiserer det observerede i grupper efter fx funktion. Udvikler observationsvaner specifikt for faget	Ser og beskriver relevante kendetegn og ignorerer irrelevante ud fra en fagspecifik struktur (fx taksonomi). Grupperer observationer i mindre størrelser. Navngiver inden for flere hierarkiske niveauer. Udleder funktion og adfærd fra morfologi.

	Hverdagsobservationer	Transition	Videnskabelige observationer
Forventninger	Ingen eller få forventninger til observationerne. Sammenblender observationer og egne forestillinger.	Har eksplicitte forventninger til plausible observationer. Forklaringer svinger mellem hverdagsforklaringer og videnskabelige forklaringer.	Eksplicitte hypoteser. Teoretiske rammer understøtter observationerne. Kan sammenholde hypoteser og beviser.
Observations-skemaer	Observerer uden at indsamle eller nedskrive data. Kan evt. henvise til enkelte fakta.	Samler eller nedskriver data uden at bruge fagspecifikke retningslinjer. Sammenligner egne data med andre data. Begynder at bruge forskellige repræsentationsformer for data.	Indsamler og nedfælder data inden for de fagspecifikke rammer. Organiserer og analyserer data. Begrunder valg af repræsentationsformer for data.
Indsats	Konteksttilpassede og tilfældige observationer. Lægger mærke til relevante informationer når de er let tilgængelige.	Fastholdt engagement. Taler bevidst eller søger bevidst information om emnet. Samler relaterede objekter.	Vedvarende, fastholdt engagement. 'Elsker det observerede'.

Tabel 1. *Observationelle rammer (efter Eberbach & Crowley, 2009).*

Forskellen mellem elevernes hverdagsobservationer og lærerens forestilling om videnskabelige observationer kan således være meget stor. Såfremt disse forskellige tilgange ikke afstemmes før et undervisningsforløb igangsættes, kan det have meget stor indflydelse på hvor stort elevernes udbytte bliver (Trumbull et al., 2005). Det er således afgørende for elevernes udbytte at observationer i undervisningen bygges op i retning af mere videnskabelige observationer. I den henseende er det nødvendigt at starte med fokus på Eberbach & Crowleys (2009 og tabel 1 ovenfor) punkter om forventninger og observations-skemaer. Her er det selvsagt nødvendigt at have noget kendskab til det der arbejdes med, for at kunne have forventninger om hvad resultatet bliver. Det betyder at eleverne skal arbejde med noget de er i stand til at have forestillinger om. Såfremt de ikke har de nødvendige forhåndskundskaber for en undervisning baseret på observationer, vil eleverne ikke udvikle sig i retning af mere videnskabelige observationer. Det er lærerens ansvar at give eleverne mulighed

for at stille de rigtige spørgsmål på det rigtige tidspunkt. Det vil sige at eleverne skal have muligheden for at sætte det observerede i en teoretisk ramme. Det kræver dog samtidig et vedholdende arbejde og nedfældning af data.

Det fremhæver vigtigheden af at læreren (og på sigt eleverne selv) kan lave gode observationsskemaer. Observationsskemaerne skal være enkle og entydige og samtidig rettet mod det teoretiske udbytte der gerne skulle komme ud af observationerne. Samtidig er det en fordel hvis de er let tilgængelige. Howes (2008) beskriver således hvordan børn i de mindste klasser i grundskolen brugte observationer af snegle i et terrarium i klassen. Når eleverne var færdige med deres "normale" klassearbejde, kunne de gå hen til terrariet og tage et observationsskema udfærdiget af læreren og derpå bruge tid på at observere sneglene og notere relevante data i observationsskemaet. Beskrivelsen af udviklingen i børnenes observationer stemmer godt overens med de i tabel 1 foreslåede hypotetiske stadier mellem hverdagsobservationer og videnskabelige observationer. Det er således et eksempel på hvordan det kan lykkes at få børn til at få deres observationer til at gå i en mere videnskabelig retning.

Man skal dog være opmærksom på at observationer som metode indeholder både komponenter der går på tværs af naturfagene, og komponenter der er specifikke for den faglige kontekst der observeres på (Eberbach & Crowley, 2009). Det er derfor vigtigt at observationsskemaer og undervisning i observationer tilrettelægges specifikt til hvert emne hvor man som underviser ønsker at bruge det. I forhold til kemien beskriver Ringnes & Hannisdal (2014) tre niveauer. Der findes et makroniveau der bygger på beskrivelser af det vi kan observere ved kemiske stoffer og reaktioner, som eksempelvis farve, lugt, gasudvikling osv. Derudover findes der et mikroniveau som ikke er direkte observerbart, men som giver forklaringer i form af atomer, molekyler og strukturer. Endelig findes der også et repræsentationsniveau hvor stoffer og reaktioner fremstår som formler eller reaktionsligninger. Netop her er der væsentlige forskelle på observationer i biologi (og geologi) og observationer i kemi. Det projekt som artiklen her beskriver, har taget udgangspunkt i kemiundervisningen, og observationsskemaer er derfor udarbejdet mod netop dette område. Der er altså tale om en omformning af fokuspunkterne fra Eberbach & Crowleys (2009) biologiske observationer til, under hensyntagen til Ringnes & Hannisdals (2014) tre niveauer, at fokusere specifikt på kemiske observationer.

Analyse af kemiske observationer

Som nævnt er nogle elementer i en observation fælles for de naturvidenskabelige fag, mens andre er fagspecifikke. De overordnede begreber – forventninger, iagttagelse og observationsskemaer – er fælles, men hvordan disse skal udføres, er forskelligt for hvert fag. I figur 1 illustreres hvorledes de overordnede begreber har funktion

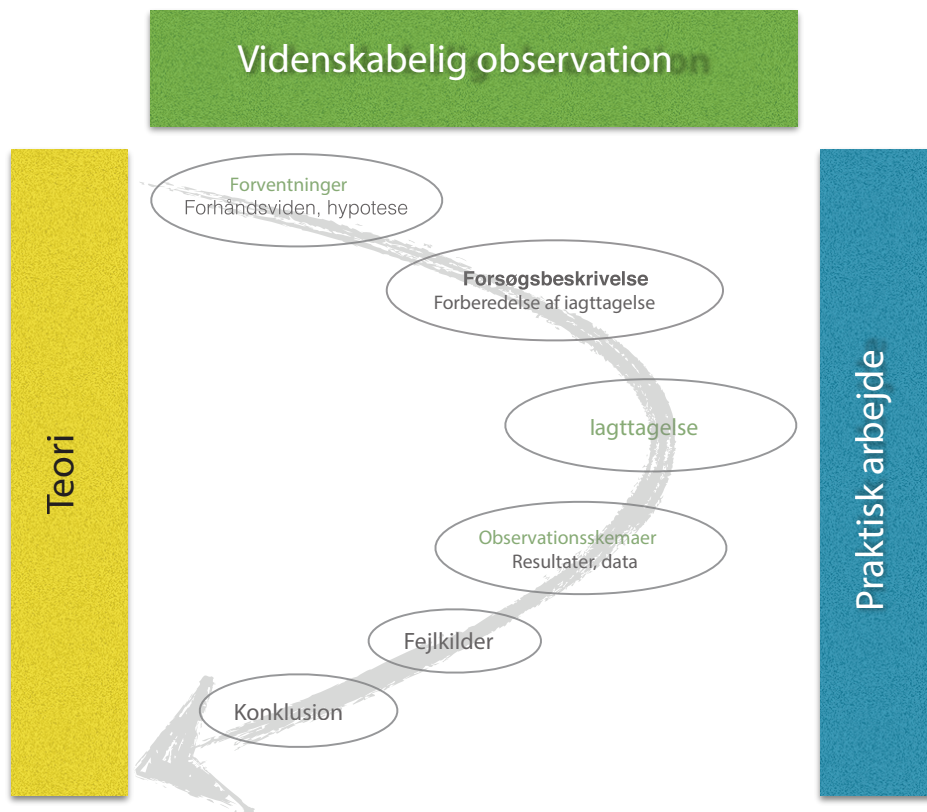
som bindeled mellem teori og praksis i en videnskabelig observation. Der er i figuren taget udgangspunkt i Eberbach & Crowleys (2009) teori, men tilføjet yderligere nogle elementer som udgør den didaktiske platform i de senere beskrevne kemiforløb.

I figur 1 tages der først udgangspunkt i teorien som skal anvendes for at forstå forsøget og aktivere elevernes forhåndsviden under kategorien **forventninger**. Denne viden udnyttes så eleverne kan danne en hypotese. Derefter har vi tilføjet to punkter, "forsøgsbeskrivelse" og "forberedelse af iagttagelse", som tager afsæt i teorien, men retter sig mod praksis. Disse to punkter er valgt fordi eleverne har svært ved at vide hvad de skal observere (Eberbach & Crowley, 2009). Derfor er eleverne nødt til at overveje dette inden de går i gang med forsøget. Ovre i praksisdelen skal eleverne **iagttage** deres forsøg, men på baggrund af den teori som de har tilegnet sig tidligere. Derefter kommer **observationskemaerne** som stadig er i praksisdelen og er det sidste led i observationen ifølge Eberbach & Crowley (2009). Når resultaterne nedskrives, er man dog på vej mod teoridelen igen da der her skal være relevant data. Der er tilføjet yderligere to punkter, "fejlkilder" hvor eleverne reflekterer over eventuelle fejl, og til sidst **konklusion**. Da formålet er at skabe en større forståelse for sammenhængen mellem teori og praksis, er refleksionen i konklusionen en vigtig parameter for forsøget. Millar (2009) skriver at når målet for det praktiske arbejde er naturvidenskabelige tankegange og teorier, så er diskussionerne før og efter forsøg særlig vigtige. Det er her en stor del af læringen sker. Det er i konklusionen at eleverne får behandlet deres iagttagelser. Det vil sige at iagttagelse, forventninger og observationskemaer er faktorer som skal øves for at elevernes observationsevne går i en videnskabelig retning. I konklusionen vurderes der om eleverne kan anvende deres observationer.

For at kortlægge elevernes observationsevne er der i denne undersøgelse konstrueret et analyseark (se tabel 2) med udgangspunkt i Eberbach & Crowley (2009) og i figur 1.

Analysearket skal bruges til at vurdere og evaluere forsøgsrapporter i kemiundervisningen. Det er konstrueret således at eleverne bliver evalueret på om de ligger på en hverdagsobservation, en transition eller en videnskabelig observation. Dette vurderes under de fire hovedkategorier forhåndsviden, iagttagelse, observationskemaer og konklusion. Disse fire hovedkategorier er så yderligere inddelt i underkategorier. Flere af disse underkategorier er der argumenteret for i figur 1. Her beskrives yderligere nogle underkategorier og hvorledes analysearket er ændret fra biologi til kemi.

I analyseskemaet (tabel 2) skelnes under "Forventninger" mellem elevernes generelle naturfaglige viden og fagspecifikke kemiske viden. Under "Iagttagelse" har underkategorierne et fokus på om eleverne observerer detaljeret nok, og om de formår at udvælge hvad der er relevant, da netop dette har stor betydning for om de kan observere videnskabeligt. Desuden er biologiens taksonomier skiftet ud med



Figur 1. Videnskabelig observation som bindeled mellem teori og praksis (Krossá, 2016).

kemiens kategoriseringer og sammenligninger. Derudover er der fokus på kemiens tre niveauer. Dette er særligt vigtigt under "Iagttagelser" hvor der umiddelbart ses på makroniveau, men observerer eleverne videnskabeligt, er de i stand til at oversætte dette til mikro- og repræsentationsniveau. Under "Observationsskemaer" vurderes der om eleverne nedskriver data ud fra disciplinære retningslinjer. I konklusionen bliver der analyseret på om eleverne får behandlet deres resultater og derigennem opnår ny viden. Der bliver ligeledes under konklusionen set på om eleverne anvender kemiens repræsentationsformer under deres argumentation.

		Hverdagsobservationer	Transition	Videnskabelige observationer
Forventninger	Udvælgelse af teori	Har svært ved at udvælge/udvælger ikke den relevante forudgående teori.	Udvælger noget relevant teori, men teorien er ufuldstændig.	Er god til at udvælge relevant teori til den aktuelle undersøgelse.
	Generel naturfaglig viden	Har ikke opnået/viser ikke en tilstrækkelig generel naturfaglig viden.	Viser en vis grad af generel naturfaglig viden.	Udviser en stor generel naturfaglig viden.
	Fagspecifik kemisk viden	Har ikke opnået en tilstrækkelig fagspecifik kemisk viden.	Viser en vis grad af fagspecifik kemisk viden.	Udviser en stor fagspecifik kemisk viden.
	Hypotesedannelse	Begrunder ikke sin hypotese eller har valgt ud fra egen hverdagsforestilling.	Begrundelsen for en hypotese er meget kortfattet - og/eller - Hypotesen er valgt ud fra en blanding af hverdagsforestillinger og videnskabelige forklaringer.	Opstiller hypoteser, som er velbegrundede ud fra videnskabelige forklaringer.
	Forventninger til iagttagelse	Har ingen eller få forventninger til hvad der skal iagttages.	Har forventninger til hvad der skal iagttages.	Der er god overensstemmelse mellem hypotese, forventninger til observationer og konklusion.
Iagttagelse	Detaljer	Ser kun de store eller ingen ændringer som sker under et forsøg.	Begynder at iagttage flere detaljer under forsøget.	Iagttager meget detaljeret.

		Hverdagsobservationer	Transition	Videnskabelige observationer
	Relevans	Kan ikke skelne mellem relevante og ikke-relevante iagttagelser.	Ser efter relevante kendetegn.	Ser og beskriver det relevante i forsøgene.
	Fagtermer og repræsentationsformer	Navngiver ingen eller kun få elementer af det iagttagede uden at give et samlet overblik.	Bruger og beskriver det iagttagede med fagtermer.	Bruger og beskriver det iagttagede med fagtermer på flere niveauer (kemiens 3 niveauer).
	Kategorisering	Grupperer ikke det iagttagede efter forskellige kategorier.	Grupperer det iagttagede efter forskellige kategorier.	Grupperer observationer i mindre størrelser.
	Iagttagelse og forhåndsviden	Forbinder ikke det iagttagede med sin forhåndsviden.	Forbinder det iagttagede med sin forhåndsviden.	Forbinder det iagttagede med den teoretiske baggrund.
	Mønstre og sammenhænge	Lægger ikke mærke til forskellige mønstre og sammenhænge i det iagttagede.	Lægger mærke til enkle mønstre og sammenhænge i det iagttagede.	Lægger mærke til forskellige mønstre og sammenhænge i det iagttagede.
Observations-skemaer	-	Kun enkelte eller ingen data er nedskrevet.	Data er samlet og nedskrevet, men uden fagspecifikke retningslinjer.	Indsamler og nedskriver data ud fra fagspecifikke rammer.

		Hverdagsob- servationer	Transition	Videnskabelige observationer
Konklusion	Behandling af resultater	Der er ingen behandling af resultaterne.	Organiserer og analyserer data, men begrundet det ikke ud fra teoretisk viden.	Organiserer og analyserer data ud fra teori.
	Ny viden	Kommer ikke frem til ny vi- den.	Kommer frem til ny viden, men kan ikke argumentere fyldestgørende for det.	Kommer frem til ny teoretisk viden og kan argumentere for det.
	Repræsenta- tionsformer	Anvender ingen eller få repræsenta- tionsformer.	Anvender re- præsenta- tions- former.	Anvender repræsenta- tionsformer til at forklare hvad der er kommet frem til, fx reak- tionsligninger.
	Besvaret hypo- tese	Konkluderer ikke ud fra hy- potese.	Har svært ved at konkludere ud fra hypotese.	Konkluderer ud fra hypotese.
	Validering	Sammenligner ikke egne data med andres.	Sammenligner data med an- dres.	Sammenligner og vurderer egne data med den etablerede videnskab.

Tabel 2. Analysearket til vurdering af elevernes observationsevne i kemiundervisningen.

I det følgende beskrives hvorledes et fokus på observationer er blevet implementeret i en undersøgelsesbaseret kemiundervisning i 9. klasse, og hvordan det tilpassede skema er brugt som analyseredskab af elevernes observationskompetence.

Praksisbeskrivelse

På en efterskole har der i løbet af et skoleår været fokus på træningen af observationskompetence i tre forskellige kemiforløb. Der er undervist to 9.-klasser med i alt 44 elever.

De tre forløb var fordelt over et skoleår. Først på skoleåret lå et forløb med titlen "Grundlæggende kemi", næste forløb lå midt på året med titlen "Alkoholer", og sidst på skoleåret lå et forløb med titlen "Jordens ressourcer". Imellem disse forløb har der ligget anden fysik/kemi-faglig undervisning med et andet didaktisk fokus. De tre forløb tog afsæt i en undersøgelsesbaseret undervisning (Harlen & Allende, 2006). Skoleåret blev struktureret således at eleverne skulle øve deres observationskompetence gennem de tre elementer forventninger, iagttagelse og observationsskemaer. Sideløbende var der også en udvikling i elevernes undersøgelser hvor de startede med guidede undersøgelser for til sidst at ende med åbne undersøgelser (Bell, Smetana & Binns, 2005).

I slutningen af hvert forløb skulle eleverne skrive en rapport over et forsøg. Her blev elevernes observationskompetence analyseret gennem tabel 2. De dele af observationskompetencen som det viste sig eleverne havde svært ved, blev øvet i næste undervisningsforløb. Derudover fik eleverne individuel feedback på hvilken del af observationskompetencen de skulle arbejde på at forbedre.

Kravene til rapportskrivningen er beskrevet i figur 2. For at øve deres observationskompetence har der været et stort fokus på elevernes forarbejde inden de måtte gå i gang med deres forsøg. Et element mange elever har svært ved, er at vide hvad de skal se efter i forsøg (Eberbach & Crowley, 2009, se figur 1). Derfor skal eleverne, i pkt. 4 under rapportskrivningen, overveje hvad de skal se efter i forsøget inden de går i gang. I denne proces har der været mulighed for sparring med elever indbyrdes i gruppen og med læreren. Den efterfølgende rapportskrivning har været individuel.

Grundlæggende kemi

I forbindelse med "Grundlæggende kemi" blev der bl.a. undervist i og arbejdet med ioner, definition af syrer og baser, stærke og svage syrer/baser, koncentration og neutralisation. I starten af forløbet er der taget udgangspunkt i helt almindelige og traditionelle forsøg. For at hjælpe eleverne med deres observationskompetence blev forsøgsvejledningen omskrevet (figur 3) for på den måde at give dem en bevidstgørelse af forhåndsviden og forventninger i hypotesedannelsen. Under punktet "Forventninger" skal eleverne overveje hvordan man kan se en forskel på reaktionerne. Dette for at eleverne kan konstruere et passende observationsskema under "Data" og besvare opstillingen af ranglisten i konklusionen. Endvidere er der i forsøgsvejledningen indlagt et punkt hvor eleverne skal argumentere for deres fremgangsmåde for hvordan de opkvalificerer deres undersøgelse.

I "Grundlæggende kemi" er der arbejdet med meget lukkede rammer for at sikre at eleverne havde fokus på observationselementerne og ikke på hvordan forsøget skulle konstrueres. Det var derfor læreren som havde valgt forsøgene og lavet forsøgsskabeloner som i figur 3.

Rapport

Rapporten skal opstilles med følgende punkter:

Punkt 1 - 4 udfyldes inden du går i gang med forsøget.

Punkt 5-9 udfyldes efter du har lavet forsøget

1. Forhåndsviden

Under dette punkt skal du skrive hvad du i forvejen ved omkring det du skal til at undersøge. Beskriv den relevante teori, som du vil anvende for at kunne lave en hypotese.

2. Hypotese

Her skal du komme med et kvalificeret gæt på, hvad du finder ud af under forsøget. Hypotesen skal begrundes ud fra din forhåndsviden.

3. Forsøgsbeskrivelse, materialeliste og forsøgsopstilling

Her skal du beskrive hvordan forsøget udføres og hvilke materialer, som anvendes. Tag et billede eller tegn forsøgsopstillingen.

4. Forberedelse af iagttagelse:

Er der nogle særlige ændringer, som du skal ligge mærke til under forsøget, for at kunne besvare din hypotese?

5. Iagttagelse

Beskriv hvad du har lagt mærke til under forsøget, som er relevant i forhold til din undersøgelse.

6. Indsamlede data/ Resultater

Nedskriv her de resultater, som du er kommet frem til. Opstil dem i en struktur, så de er nemme at bearbejde.

7. Fejlkilder

Kan der være noget i selve forsøgsopstillingen, som gør at du opnår forkerte eller upræcise resultater.

8. Konklusion

Her skal du behandle dine resultater og finde ud af hvilken ny teori du kom frem til. Har du fået bekræftet eller afkræftet din hypotese? Hvad siger den allerede etablerede viden - stemmer den overens med dine observationer?

Har du brug for at lave et nyt forsøg?

9. Perspektivering

Hvor kan vi anvende metoden eller den nye viden i samfundet?

Figur 2. Rapportbeskrivelse til eleverne.

Magnesium i syrer	Forventninger (Hypotese)
<p>Undersøgelse I skal nu undersøge hvordan forskellige syrer reagerer med magnesium. Undersøg hvilken Gasart som bobler op, når I ligger et stykke magnesium i en syre Sammenlign reaktionen af magnesium i forskellige syrer</p>	<p>Hvilken gasart tror I bobler op? Vil man kunne se en forskel på de forskellige syrer? Hvis ja, hvilken?</p>
<p>Teori (Forhåndsviden) Hvad er fælles for alle syrer? Skriv Magnesium på ionform:</p>	<p>Data Hvad sker der under forsøget?</p>
<p>Materiale Reagensglasstativ Saltsyre, HCl, 1M Svovlsyre, H₂SO₄, 1M Oxalsyre, (COOH)₂, 1M Citronsyre, C₆H₈O₇, 1M Edikesyre, CH₃COOH, 1M 5 reagensglas Magnesium, Mg Tændstikker Træpind Sikkerhedsbriller</p>	<p>Konklusion (Teori) Hvilken gasart dannes? Hvorfor? (Skriv med ord og derefter med kemiske betegnelser/ reaktionsligning) Opstil syrerne efter deres styrke 1. 2. 3. 4. 5. Hvilken reaktion sker der nede i glasset med magnesium i saltsyre? (Skriv med ord og derefter med kemiske betegnelser/ reaktionsligning) Hvilken reaktion sker der nede i glasset med magnesium i svovlsyre? (Skriv med ord og derefter med kemiske betegnelser/ reaktionsligning) Kan I komme med et bud på en generel regel for hvad der sker med metaller i syre?</p>
<p>Fremgangsmåde Hvordan vil I undersøge gasarten? 2. Hvordan skal forsøget udføres, for at I kan sammenligne de forskellige syrer?</p>	

Figur 3. Forsøgsvejledning til grundlæggende kemi.

Sidst i forløbet arbejdede eleverne med syre-base-titrering og skrev rapport ud fra dette forsøg. Formålet med forsøget var at vise en tydelig sammenhæng mellem praksisarbejde og teori for at styrke eleverne i at arbejde videnskabeligt (som netop er mere teoribaseret). De fagfaglige mål som eleverne skulle opnå, var:

- En forståelse for at pH-værdi stiger i takt med at der kom mere base i
- En forståelse for forskellen mellem koncentration og styrke.

Til titreringsforsøget fik eleverne kun en mundtlig forklaring. De skulle konstruere forsøget som deres tidligere neutralisationsforsøg, men fortsætte indtil væsken ikke kunne blive mere basisk. Derudover blev der gennemgået hvilket diagram observationerne skulle aflæses i, så eleverne på forhånd var klar over hvad der var afhængig og uafhængig variabel. Dette var for at styrke elevernes forventninger til forsøget og for at gøre deres iagttagelser mere fokuserede. Eleverne anvendte dataopsamling

hvor kurven kom direkte på skærmen for at skærpe fokus på at aflæse kurven og ikke bruge tid på at tegne den manuelt.

Eleverne startede med at opstille en hypotese over kurvens udseende hvis de titrerede en stærk syre med en stærk base med samme koncentration. Det var ikke vigtigt – og bestemt ikke forventeligt – at elevernes bud var rigtigt, men derimod at eleverne kunne argumentere for deres hypotese ud fra deres faglige forudsætninger. Efter at eleverne havde udført forsøget, beskrevet deres iagttagelser og tegnet deres titreringskurve, diskuterede de deres resultater med hinanden og læreren. At eleverne på forhånd skulle overveje kurvens udseende, gjorde at de blev meget overraskede over resultatet, og de blev hurtig interesseret i at snakke om den “mærkelige” kurve.

Eleverne diskuterede lystigt hvorfor kurven pludselig steg så hurtigt, og kom hurtigt på mikroniveau med udtalelser som: “Syren holder åbenbart lidt på H^+ -ionerne, og pludselig afgiver den alle sine H^+ -ioner til basen.” Derefter fik eleverne samme syre igen, men med en anden koncentration som skulle titreres med samme base som før. Eleverne skulle så på baggrund af forrige resultat lave en hypotese om hvordan kurven så ville se ud. Her var der en helt anden forhåndsviden, og eleverne oplevede et behov for helt at forstå koncentration på ion-niveau. Flere elever havde en god forståelse for hvad der så måtte ske med kurven, og havde en hypotese som efterfølgende kunne bekræftes. Var der mere tid, prøvede eleverne processen igen med en svag syre og en diprot syre. Eleverne skulle til sidst sætte ord på hvad de så i diagrammerne, og hvordan de kunne forklare det med deres teoretiske viden om syrer og baser.

Alkoholforløbet

Alkoholforløbet blev designet på baggrund af evalueringen fra titreringsforløbet og med henblik på at skabe større frihedsgrader ved at eleverne øvede sig i selv at konstruere et forsøg. Der var i dette forløb sat mere tid af til den enkelte undersøgelse, og derfor skulle eleverne kun igennem to undersøgelser i dette forløb.

Den første undersøgelse handlede om alkoholars egenskaber og sammenhængen mellem disse og den molekylære opbygning. Det forventedes at eleverne ville opdage mønstre og sammenhænge.

Forud for denne undersøgelse blev eleverne undervist i hvordan de forskellige alkoholer var opbygget. Der blev også undervist i polære og upolære stoffer. Først blev der brainstormet om hvilke egenskaber en alkohol kunne have, og derefter skulle grupperne selv vælge en egenskab som de skulle undersøge. Af disse egenskaber kan nævnes kogepunkter, fordampning og opløselighed. Herefter designede eleverne deres egne undersøgelser efterfulgt af en lærers godkendelse (særligt fokus på sikkerhed). Derefter arbejdede eleverne med nedenstående forsøgsvejledning (figur 4).

Alkoholers egenskaber	Hypotese (skal godkendes inden i fortsætter)
Undersøgelse Formålet med dette forsøg er, at undersøge forskellige alkoholer og deres egenskaber	Forberedelse af iagttagelse Hvad skal du se efter/ være opmærksom på?
Teori (Forhåndsviden) Her skal du skrive hvad du allerede ved om alkoholer. Fx. deres kemiske opbygning, egenskaber osv.	Data Beskriv med egne ord, hvad der er sket: Beskriv med fagsprog hvad der er sket: Begrund på molekylærbasis: Fik I bekræftet jeres hypotese? Hvad siger den etablerede videnskab?
Undersøgelses spørgsmål Hvad kan være interessant at undersøge?	
Fremgangsmåde Hvordan skal forsøget laves?	

Figur 4. Forsøgsvejledning til forløbet "Alkoholer".

Under elevernes undersøgelse spurgte læreren ind til det observerede, og om det passede med elevernes hypotese. Der blev talt om hvordan teorien passede med det observerede. Fx blev gruppen der undersøgte kogepunkter, spurgt ind til om de kunne se nogen sammenhæng mellem kogepunkter og de forskellige alkoholer molekylære opbygning.

Næste undersøgelse i forløbet handlede om fremstilling af alkohol, og til denne undersøgelse skulle eleverne skrive rapport. Undersøgelsesspørgsmålet var: "Hvordan laver vi den bedste alkohol?" Eleverne fik derefter en standardopskrift som de skulle forsøge at forbedre. Eleverne tog stilling til hvilke elementer de skulle ændre på. Det kunne være mængden af sukker og gær eller valg af sukkerart. Undersøgelsen krævede en stor generel naturfaglig viden for at opstille en hypotese. Ud over at kende til alkoholens molekylære opbygning skulle eleverne også have kendskab til sukkerarter og viden om gæring. Efter at eleverne havde indsamlet forhåndsviden og derefter opstillet en hypotese, skulle de udvælge nogle forskellige opskrifter som de så ville afprøve og sammenligne. Dette gav anledning til at tale om kun at ændre en variabel ad gangen for at vurdere betydningen af den enkelte variabel. Derefter kom næste spørgsmål helt naturligt fra eleverne: "Hvordan vurderer man den bedste alkohol?" Så blev der sat vurderingskrav op for "en god alkohol". Disse krav gik på lugten, udseendet af væsken og alkoholprocenten. En elev i den ene klasse foreslog at de kunne se på mængden af CO_2 for at få en indikation af om der var gang i processen. Dette førte til en yderligere diskussion om hvorvidt noget der gik stærkere og var mere effektivt end andet, var det samme som at det blev til en god alkohol. Alt dette forarbejde med elevernes forventninger og bedømmelseskriterier var efterfølgende med til at skærpe deres iagttagelser. Her var hensigten også at eleverne skulle opleve et stort behov for at organisere deres resultater og opstille observationskemaer for at kunne sammenligne resultaterne og de mange forskellige opskrifter.

Jordens ressourcer

I det sidste forløb, "Jordens ressourcer", arbejdede eleverne i grupper med hver deres selvvalgte underemne og problemstilling. Inden elevernes selvstændige arbejde blev der brainstormet om underemner til "Jordens ressourcer". Der blev også undervist i miljø i forhold til menneskets udnyttelse af ressourcerne. Her blev der arbejdet med bearbejdning og forbrug af råstoffer samt diskuteret bæredygtig energi kontra konventionel energi. Herefter fordelte eleverne sig i selvvalgte grupper og gik i gang med at finde en problemstilling til deres emne. Af emner kan bl.a. nævnes olie, vand, geotermi og vind- og solenergi. Eleverne skulle efterfølgende finde et arbejdsspørgsmål som kunne besvares ved hjælp af en praktisk undersøgelse. Fx valgte gruppen med geotermi at undersøge jordbundens temperatur i flere dybder. Vandgruppen undersøgte næringsstoffer i en sø, og oliegruppen valgte at se på cracking. Inden eleverne gik i gang med selve undersøgelsen, var der igen fokus på hvor vigtigt det er at forberede iagttagelsen. Eleverne skulle inden de gik i gang, følge punkt 1-4 i forsøgsskabelonen (se figur 2). Der blev derfor igen lagt fokus på forhåndsviden, hypotesedannelse og overvejelser om hvad de skulle se efter under iagttagelsen. Eleverne skulle også under eller efter iagttagelse organisere deres resultater i observationskemaer.

Vurderingen af elevernes rapporter

Elevernes observationskompetencer er blevet set som en fordeling mellem hverdagsobservationer, transition og videnskabelig observation. Fordelingen af kompetencerne er blevet testet fra forsøg til forsøg med en χ^2 -test for at se om fordelingen ændres fra forsøgsgang til forsøgsgang.

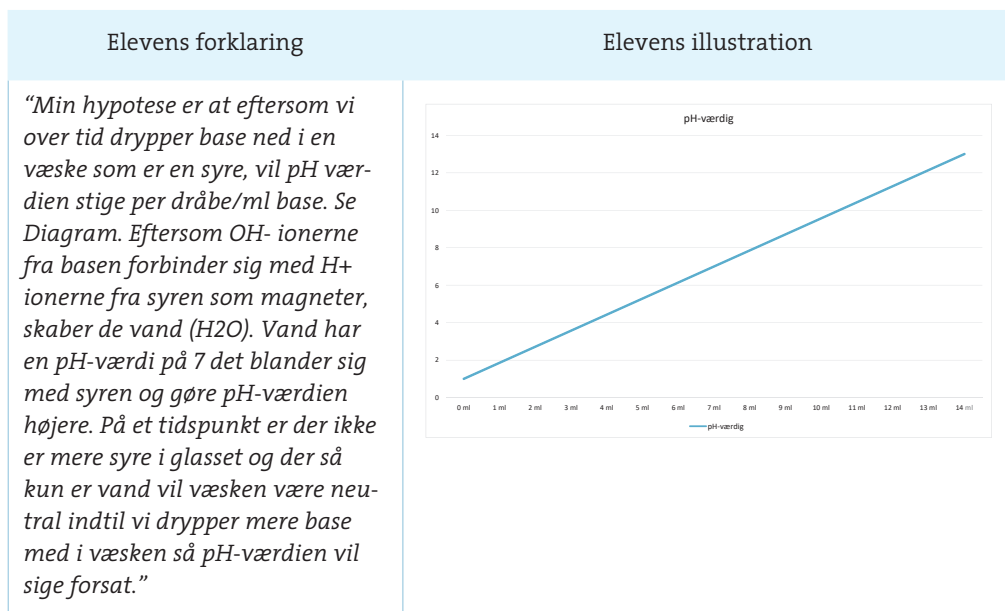
En statistisk behandling ud fra brugen af analysearket på elevernes rapporter viser at der sker en udvikling i retning af større brug af videnskabelige observationer (χ^2 -test, $p < 0,001$, $n = 44$). I artiklen her vil vi dog fokusere på den kvalitative udvikling hos eleverne da det statistisk ikke er muligt at give uddybende svar på hvad der sker, men blot at det går i den rigtige retning i forhold til udvikling af elevernes kompetencer.

Den kvalitative indholdsanalyse af elevrapporterne giver eksempler på elevbesvarelser og hvordan disse vurderes som hverdagsobservation, transition eller videnskabelig observation ud fra analyseskemaet (tabel 2). Da analysearket anvendes som et evalueringsskema til 9.-klasseselever, skal der gøres opmærksom på at når eleverne vurderes til at være på et videnskabeligt observationsniveau, så ses det i forhold til hvad der forventes af en 9.-klasseselev og ikke af en forsker.

Forventninger

Under punktet “Forventninger” bliver eleverne vurderet på om de har udvalgt den relevante teori. Her undersøges om eleverne har nedskrevet den teori som skal til for at kunne konkludere på deres forsøgsresultater på alle kemiens tre niveauer.

Under “Hypotese” vægtes det i hvor høj grad eleverne kan argumentere for deres hypotese ud fra deres forhåndsviden, og i hvor høj grad denne forhåndsviden er videnskabelig set i lyset af hvad en 9.-klasseselev bør kunne.



Figur 5. Et eksempel på en hypotese fra titreringsforsøget (forløb 1) som er vurderet til videnskabeligt observationsniveau.

I figur 5 ses det at eleven har en viden om syrer og baser som vedkommende anvender for at lave en hypotese. Derfor vurderes denne hypotese til et videnskabeligt niveau til trods for at hypotesen er forkert.

Under punktet “Forventninger” skriver eleverne hvad de forventer at iagttage. Dette for at iagttagelsen bliver mere fokuseret. Her er et eksempel på dette. Citatet er taget fra en rapport over fremstilling af alkohol (forløb 2):

“Jeg vil prøve at lægge mærke til om der er noget ved væsken der bliver anderledes, f.eks. farve, konsistens, temperatur og lugt. Jeg vil også prøve at se om der sker noget med urinposens indhold, og selvfølgelig bare generelt hvordan forsøget ‘opfører’ sig.” (Elev 2)

Her er eleven vurderet til at være i en transition. Eleven er god til at sætte ord på hvad der er interessant at se efter når man skal vurdere alkoholen, men skriver også om noget i en urinpose. Det vidner om at eleven ikke helt er klar over hvad urinposen indeholder.


Iagttagelse

Under iagttagelsen vurderes der bl.a. på om eleven kan skelne mellem det der er relevant at se efter, og det der ikke er, om vedkommende bruger fagtermer, og om eleven beskriver det iagttagede på alle kemiens tre niveauer. Her er et eksempel på en elev som observerer på hverdagsniveau. Eksemplet er taget fra "Jordens ressourcer" (forløb 3) hvor eleven har arbejdet med vand.

"Vi har afmålt nogle forskellige informationer i forskellige typer vand. Datter har vi gjort ved hjælp af noget forskelligt pulver der afslører ting omkring vandet." (Elev 4)

Eleven beskriver sin iagttagelse meget overfladisk og mangler forståelse for hvad forsøget går ud på. Det tyder også på at eleven mangler disciplinærviden til at forstå forsøget. Et andet eksempel på en iagttagelse er om olie. Eleven har lavet et forsøg om cracking af paraffinolie (se figur 6).

Denne elev iagttager meget detaljeret, bruger fagtermer og iagttager både på makroniveau med ord som kogte, gasser og farveskift og på mikroniveau med ord som dobbeltbindinger og carbonkæde. Derudover har vedkommende skrevet reaktionen ved hjælp af repræsentationsformer. Den er derfor vurderet til videnskabeligt niveau.

Elevens forklaring	Elevens valgte illustration
<p>"Jeg har lagt mærke til at urinposen begyndte langsomt at blive fyldt med de gasser som paraffinolie udskilte da den kogte. Det var vigtigt at sørge for det ikke kom for mange affaldsstoffer i den koniske kolbe, hvilket der ikke gjorde. Røgen/gassen der steg op fra. Perlekatalysatoren med paraffinolie i var tyk og hvid/lys grå. Jeg har lagt mærke til at der var farveskift da min lærer tilførte 1,2-dibrom-ethan til urinposen for at bevise dobbeltbindinger, vi brændte derefter indholdet af for at bevise at vi havde forkortet paraffinoliens lange carbonkæde ned til."</p>	

Figur 6. Eksempel på eleviagttagelse på videnskabeligt niveau fra titreringsforsøget (forløb 1).

Observationsskemaer

Under "Observationsskemaer" er eleverne vurderet på om deres observationer er struktureret godt så de kan bruges til at konkludere på. I figur 7 ses et eksempel fra fremstilling af alkohol hvor eleven har samlet alle de forskellige opskrifter klassen har anvendt, og struktureret deres resultater i et skema.

Gruppe	Opskrift	Klarhed	Mængde af CO ₂	Efter destillering
Gruppe 1	10 g gær, 25g druesukker, 200 ml vand og ½ ølgær	Væsken var forholdsvis uklar. Den lignede mest af alt æblemost	Ikke nævnt	Ethanolen var på 59% og var ikke brandbar
Gruppe 2	25 g sukker, 2 ølgær og 200 ml vand	Helt gennemsigtig med små gule toner	1100 ml	Ingen destillation
Gruppe 3	50 g gær, 125 g sukker, 200 ml vand og 2½ ølgær	Ikke nævnt	Ikke nævnt	Væsken var klar og brandbar
Gruppe 4	10 g gær, 25 g sukker, 200 ml vand og ½ øl tablet	Ikke nævnt	Ikke nævnt	Ikke brandbar
Gruppe 5	50 g gær, 25 g sukker, 200 ml vand og ½ ølgær	Mellemklar gul væske med meget bundfald	Ikke nævnt	Ikke brandbar
Gruppe 6	10 g gær, 150 g sukker, 200 ml vand og ½ ølgær	Grumset, lidt gult og skum på toppen	ca. 1 liter	Ikke brandbar
Gruppe 7	10 g gær, 75 g sukker 200 ml vand og ½ ølgær	Uklar og en smule gult	Ikke muligt at måle	Væsken var brandbar

Figur 7. Eksempel på et observationsskema på transitionsniveau.

Denne elev er vurderet til at være i transition. Resultaterne er fint organiseret ud fra tre kriterier, nemlig væskens udseende, produktionen af alkohol (mængden) og efter destillationen alkoholprocenten. Men der mangler kategorisering for bedre at overskue hvad der skal til for at lave den bedste alkohol.

Konklusion

Til sidst er her et eksempel på en konklusion. I konklusionen er der forskellige vurderingskriterier, og man kan derfor godt ligge på forskellige stadier i underpunkterne. Her er der et eksempel på dette fra titreringsforsøget:

“Resultatet af forsøget viser at det når man starter med at dryppe base ned i saltsyren vil PH værdien stige langsomt, men så når man har tilført 30-40 ml base til syren, stiger PH værdien meget, næsten lodret op. Det punkt kaldes ækvivalenspunktet og det betyder at der er lige mange H⁺ og OH⁻ ioner, så hvis vi stoppede præcis på det punkt ville væsken blive neutral. I min hypotese gættede jeg rigtigt i forhold til at syren først ville blive neutral og så basisk, men jeg gættede helt forkert med hvordan kurven ville komme til at se ud. Jeg havde regnet med at kurven ville stige skråt op, men det gjorde den ikke. Den gik i stedet skråt op med en meget svag hældning i starten, også gik den pludselig meget skråt op og så til sidst gik den skråt op med en svag hældning igen. Min hypotese var rigtig i forhold til 2M syren, jeg regnede med at vi skulle bruge dobbelt så meget base til at opnå det samme resultat, og det var det vi skulle. Det skulle vi fordi at en 2M syre har dobbelt så mange H⁺ ioner som en 1M, og så skal man bruge dobbelt så mange OH⁻ ioner (base) til at neutralisere og gøre syren basisk.” (Elev 9)

Her ser vi en elev der på nogle punkter er i en transition og på andre punkter i en videnskabelig observation. Eleven konkluderer på makro- og mikroniveau, men mangler at beskrive sine resultater på repræsentationsniveau med en reaktionsligning. Derfor vurderes observationen som en transition i forhold til kemiens tre niveauer. Ses der på besvarelsen af hypotesen, er eleven meget grundig og får også besvaret den i forhold til en syre med en anden koncentration og vurderes her til at observere videnskabeligt. Eleven mangler også at få generaliseret sine resultater ved at sige noget generelt om titrering og ligger derfor på et transitionsniveau i forhold til at argumentere for ny viden.

Evaluerings af forløbene

Evalueringen af elevrapporterne om titrering viste at eleverne havde opnået en god viden inden for titrering og kunne bruge den viden til at danne hypoteser. De var også opmærksomme på hvad de skulle se efter i en observation, og fik nedskrevet relevant data. Det som eleverne havde brug for at øve, var iagttagelsen og bearbejdelsen af denne. De havde svært ved at omskrive det iagttagede til fagtermer og repræsentationsformer, beskrive undersøgelsen detaljeret og se mønstre og sammenhænge i undersøgelsen.

I evalueringen af rapporterne om alkohol kunne eleverne derimod godt beskrive deres iagttagelser detaljeret. Eleverne havde nemmere ved at beskrive det iagttagede

med fagord, og de kunne bedre forbinde deres iagttagelser med deres forventninger. Under observationen skulle eleverne skrive deres resultater ind i egne observationskemaer. Hensigten var at med alle de forskellige opskrifter og bedømmelseskriterier ville eleverne opdage nødvendigheden af at strukturere deres iagttagelser og dermed blive endnu bedre til at nedskrive deres resultater. Dette var dog ikke tilfældet. Det var tydeligt at det var en svær opgave for eleverne, og det at sværhedsgraden steg, betød også at det var sværere at danne et overblik over alle resultaterne.

I forløbet om jordens ressourcer blev eleverne særlig dygtige til at kategorisere deres iagttagelser, se mønstre og sammenhænge og så organisere deres observationskemaer. De blev også dygtigere til at opnå ny viden gennem deres undersøgelse og få besvaret deres hypotese.

Diskussion

Observationer er en måde at undersøge på og lægger derfor også op til en undersøgelsesbaseret undervisning. Ligesom i Eberbach & Crowleys (2009) beskrivelse af observation vægtes det i en undersøgelsesbaseret undervisning højt at eleverne arbejder selvstændigt og med egne problemstillinger. Samtidig er det en undervisningsform som er meget motiverende for eleverne (Østergaard et al., 2010), så den burde også øge elevernes indsats og dermed deres fokus på observationer. En kritik af undersøgelsesbaseret undervisning er imidlertid netop mangel på fagligt fokus (Kirschner et al., 2006), og dette kan rimeligvis imødekommes ved at øve observationerne i en mere videnskabelig retning.

Et naturligt spørgsmål er hvilke elementer i en observation som udvikles særlig godt i henholdsvis lukkede, halvåbne og åbne forsøg. Det skal straks nævnes at der her kun kan gives en antydning af hvilken betydning undervisningsformen har, da andre faktorer kan have spillet ind. Eksempelvis kan en positiv udvikling i det sidste forløb skyldes de åbne rammer, men det kan også skyldes at eleverne har øget deres observationskompetence over tid.

I starten af året er der valgt et meget lukket forsøg da hensigten her var at eleverne skulle have indsigt i processerne i en naturfaglig undersøgelse. Der skal meget lærerguidning til for at eleverne lærer at observere og konstruere undersøgelser (Harlen & Allende, 2006). Eleverapporterne giver ligeledes en indikation af at de fleste elever i det lukkede forsøg opnår en fagspecifik viden og kan beskrive deres forhåndsviden. Det skal dog også nævnes at denne fortsat udvikles gennem de efterfølgende og mere åbne forløb.

Under de halvåbne forsøg ses der at elevernes evne til at iagttage forbedres. Iagttagelsen forbedres helt generelt over året hvor frihedsgraderne også øges, og eleverne opnår større ejerskab over forsøgene. Eleverne har derimod svært ved at organisere

deres observationsskemaer, og noget tyder på at de ikke helt er klar til så stor en opgave endnu og her burde guides af læreren om opstillingen af observationsskemaer.

Det åbne forsøg viser til gengæld en forbedring i at kategorisere iagttagelsen og organisere observationerne. Dette passer til Eberbach & Crowleys pointe om at problemet skal være ægte for eleverne for at de kan skrive nogle gode observationsskemaer. Elevernes evne til at besvare deres hypotese i konklusionen bliver også styrket under det åbne forløb.

Det skal nævnes at der er enkelte elever som gennem hele året forbliver i en hverdagsobservation. Om dette skyldes at denne gruppe havde brug for mere lukkede rammer i en længere periode, eller der skal helt andre tiltag til for at hjælpe disse elever, viser projektet ikke. Grundlæggende er det dog vigtigt at skelne mellem IBSE som mål eller som middel (Abd-El-Khalick et al., 2004). Det betyder at for at kunne anvende IBSE som metode til faglig indsigt er det nødvendigt først at fokusere på at lære at håndtere metoden i sig selv. Her kan vejen fra lukkede til åbne opgaver være en hjælp.

Vi har i denne undersøgelse vist hvorledes elevernes kompetence til at udføre observationer kan gå fra en hovedsagelig hverdagsorienteret tilgang mod en mere videnskabelig tilgang gennem tre forskellige forløb af undersøgelsesbaseret undervisning på 9.-klassesniveau. Men som vi også lægger op til i denne artikel, skal fokus på observationer og udvikling af de kompetencer der skal anvendes her, ikke kun ske på 9.-klassesniveau. Det er en fortløbende proces som starter allerede i indskoling. Kompetenceudvikling handler ikke om korte fokuserede indsatser, men lange seje træk.

Denne undersøgelse omhandler udelukkende kemiundervisningen som en del af faget fysik/kemi, og den indeholder både en række generelle træk ved observationer og en række fagspecifikke træk. Når vi viser at eleverne kan rykke deres kompetencer i observationer inden for kemien, er der derfor ikke en direkte overførbarhed til andre fagområder. Samtidig gør designet hvor eleverne arbejder i tre forskellige undersøgelsesbaserede forløb, det vanskeligt at identificere den direkte årsag til at eleverne bliver bedre til at lave observationer. Er det progressionen i forløbene der gradvist bliver mere åbne, eller er det det specifikke fokus på observationskompetencen? Det øgede fokus på netop observationskompetencen gør også at der vies mere tid til elevernes arbejde med netop dette. Det vanskeliggør også at svare på om det er den øgede tid eller det specifikke indhold i opgaverne der øger elevernes observationskompetence. Ligeledes kan det diskuteres hvad det specifikt er vi måler på, idet vi i denne undersøgelse primært har fokuseret på elevernes skrevne rapporter efter eksperimenterne. Vi kan ikke udelukke at der går noget tabt i fortolkningen af disse rapporter som ellers ville fremstå som øgede observationskompetencer hvis vi havde taget et andet blik på det. Der er således en række uafklarede spørgsmål i forhold til at generalisere om elevernes udvikling af videnskabelige observationer. En yderligere afklaring af hvordan man

kan hjælpe eleverne endnu mere i den retning, vil kræve undersøgelser i både større og andre kontekster. Vi vil dog stadig hævde at eleverne i dette udviklingsprojekt har fået øget deres observationskompetence, og vi kan sige ud fra undersøgelsen her at der er et potentiale til at løfte elevernes observationskompetence ved at give dette et særligt fokus. Eleverne kan nemlig godt finde ud af at lave observationer hvis de får rammer til at opøve det.

Litteratur

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N.G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Bell, R.L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Eberbach, C. & Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research*, 79(1), 39-68.
- Fællesmål (2014). Bekendtgørelse om formål, kompetencemål og færdigheds- og vidensmål for folkeskolens fag og emner.
- Ford, D.J. (2005). The challenges of observing geologically: Third graders' descriptions of rock and mineral properties. *Science Education*, 89(2), 276-295.
- Fox, J.E. & Lee, J. (2013): When children draw vs. when children don't: Exploring the effect of observational drawing in science. *Creative Education*, 4 (7A1), s. 11-14.
- Frøylund, M., Remmen, K.B. & Sørvik, G.O. (2016): Name-dropping or understanding? Teaching to observe geologically. *Science Education*, 100, s. 923-951.
- Harlen, W. & Allende, J.E. (2006). IAP report of the working group on the international collaboration in the evaluation of IBSE programs.
- Howes, E.V. (2008): Educative experiences and early childhood science education: A Deweyan perspective on learning to observe. *Teaching and Teacher Education*, 24(3), 536-549. Fundet 19. februar 2019 på <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwj3y9StsrfgAhUBKVAKHQcSB2AQFjABegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.interacademies.org%2F7078%2FIBSE-Report18Dec06ScEduProg&usg=AOvVaw1GkA03ZZnTOUMtMGYPqYgu>.
- Kirschner, P.A., Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Krossá, H. K. (2016): Observationer – bindeleddet mellem teori og praksis, Masterafhandling, Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring, Syddansk Universitet

- Millar, R. (2009). Læringsmål, tilrettelæggelse og præsentation – en beskrivelse af nuancerne i praktisk arbejde. I: Tougaard, S. & Kofod, L.H. (red.), *Metoder i naturfag – en antologi*, Experimentarium.
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktik: Kjemi i skolen* (3. ed., vol. 17). Kristiansand S: Cappelen Damm AS.
- Trumbull, D., Bonney, R. & Grudens-Schuck, N. (2005). Developing materials to promote inquiry: Lessons learned. *Science Education*, 89, 1-22.
- Undervisningsministeriet (2014). Læseplan for faget fysik/kemi. Lokaliseret 29.04.2018 på <https://www.emu.dk/sites/default/files/Fysik-kemi%20%C3%A6seplan.pdf>.
- Undervisningsministeriet (2014). Læseplan for faget biologi. Lokaliseret 29.04.2018 på <https://www.emu.dk/sites/default/files/Biologi%20%C3%A6seplan.pdf>.
- Undervisningsministeriet (2014). Læseplan for faget geografi. Lokaliseret 29.04.2018 på <https://www.emu.dk/sites/default/files/Geografi%20%C3%A6seplan.pdf>.
- Undervisningsministeriet (2018). Vejledning til folkeskolens prøver i fagene fysik/kemi, biologi og geografi – 9. klasse.
- Østergaard, L.D., Sillasen, M., Hagelskjær, J. & Bavnhøj, H. (2010). Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? *MONA –Matematik- og Naturfagsdidaktik* (4).

English abstract

The newly introduced curricular goals in the Danish primary schools put greater emphasis on students making their own investigations. Part of doing an investigation is to conduct observations. Here we clarify what observations are and how to conduct teaching that makes it possible for students to move from everyday observations towards scientific observations. Our study focuses on the teaching of chemistry for students in year 9. Specifically, we track students' abilities in conducting observations during three inquiry-based units. The results show how students become able to move towards more scientifically oriented observations in chemistry, when they participate in such focused units.