

Observationer, eksperimenter og iagttagelser i videnskab og undervisning



Henrik Kragh Sørensen,
Institut for Naturfagenes
Didaktik, Københavns
Universitet



Laura Søvsø Thomasen,
Det Kgl. Bibliotek

Kommentar til Morten Rask Petersen, Helle Kruse Krossá: Udvikling af elevernes kemiske observationskompetencer, MONA 2019-2

Helle Kruse Krossá og Morten Rask Petersen har i det foregående nummer af MONA publiceret en spændende, solid og perspektivrig undersøgelse af hvordan man kan udvikle folkeskoleelevers "observationskompetence" i naturfags-undervisningen. Undersøgelsen, som bygger på interventioner og evaluering af kemiundervisningen på en efterskole, peger på vigtige og udfordrende didaktiske problemstillinger. Teoretisk er artiklen bygget op omkring et ønske om at flytte eleverne på et spektrum fra "hverdagsobservation" til "videnskabelig observation". Og der er ingen tvivl om at i hvert fald nogle af eleverne har opnået en bedre forståelse for den videnskabelige undersøgelse og observation som proces. Samtidig rejser studiet også en række videnskabsteoretiske og -historiske overvejelser som i didaktiske sammenhænge handler om forskelle mellem færdigheder og (meta)kompetencer.

Forholdet mellem videnskabsfag og undervisningsfag har været diskuteret længe, men med de nye kompetence- og fagbeskrivelser for udskolingen og gymnasiet er der kommet forøget fokus på at undervise i det der svarer til det vi i videnskabsteorien kalder "science in the making". Dette begreb, som skyldes Bruno Latour, omfatter den usikre og undersøgende fase i videnskaben før man opnår den viden der kanoniseres som "ready-made science" og findes i lærebøgerne. Dermed er der nogle spændende paralleller mellem undersøgelsesbaseret undervisning og den videnskabsteoretiske og -historiske analyse af processer der hører til science-in-the-making, som er blevet dyrket voldsomt, især inden for de sidste årtier.

I en stor del af det 20. århundredes videnskabsteori har man skelnet mellem observationer og eksperimenter (se Bogen, 2017): Observationer handler i denne tradition

om passive iagttagelser af ydre fænomener (tænk på himmellegemernes bevægelser) som vi ikke har indflydelse på, men kan iagttage objektivt og fordomsfrit. Eksperimenter handler derimod om at vi som undersøgende agenter afgrænser og påvirker et stykke af naturen for at aftvinge den svar på spørgsmål. Hvis vi i forvejen har en klar hypotese som vi ønsker at afgøre, kan man endda tale om "kruciale" eller Galileiske eksperimenter (Medawar, 1979). Men selvom disse har haft en stor rolle at spille i det der er blevet ophøjet som Den Videnskabelige Metode™ (se Andersen & Hepburn, 2016), så er eksperimenternes brug i videnskabelig praksis ofte meget mere undersøgende, og vi kan derfor tale om en anden slags: eksplorative eksperimenter (Steinle, 2016). Fælles for både observationer og eksperimenter er at de ikke er noget værd hvis vi ikke er skarpe og trænede til at *iagttage* enten det observerede fænomen eller følgerne af vores eksperiment. Og for at denne iagttagelse er mulig, er vi nødt til at have en forhåndsforventning om hvad der kommer til at ske. Hvis vi bare giver en forsker (eller en elev) en blyant i hånden og siger "Observér!" eller "Iagttag!", så vil hun helt naturligt spørge: "Hvad skal jeg iagttage?" Forventningshorisonten er således givet af forestillinger, andre erfaringer (også ikke-videnskabelige) og forudgående viden, og denne indsigt er et hårdt angreb på ideen om neutrale observationer.

Men det er måske slet ikke så overraskende, i hvert fald ikke set ud fra et videnskabshistorisk synspunkt. Inden for de sidste 30 år har historiske studier nemlig fokuseret på hvordan videnskabelig viden i praksis ikke er noget der skabes ved objektive iagttagelser, men kræver kommunikation og tillid (Shapin & Schaffer, 1985). Da man omkring Royal Society fra 1660'erne begyndte at anstille fysiske eksperimenter, blev de bevidnet af borgere af betydelig anseelse, og i den forstand var gentleman-science en helt reel foreteelse. Sidenhen har det udviklet sig til den kodificerede form som den videnskabelige artikel i dag udgør, men det er vigtigt at forstå at den videnskabelige genre – med introduktion, metode, resultater, analyse og diskussion (IMRAD) – er produktet af en proces der har udviklet den videnskabelige kommunikation lige så meget som den videnskabelige erkendelsesform. Og det idealiserede argument har været at det afrapporterede eksperiment både skulle overbevise modtageren om den opnåede konklusion og muliggøre en genskabelse. Dette ideal om gentagelighed er siden blevet anfægtet både historisk og videnskabsteoretisk da der indgår megen tavs viden i enhver kompleks praksis. Derfor er det til stadighed svært at indkredse forventningshorisonten, og den må under alle omstændigheder være kontekst- og måske især modtager-afhængig (se også Daston & Lunbeck, 2011).

I forhold til undersøgelsen om elevernes observationskompetencer i kemi undrer det os derfor at der ligger et ret statisk og målorienteret didaktisk sigte til grund der skal gøre eleverne bedre til "videnskabelig observation". Denne målorientering risikerer efter vores mening at spænde ben for den ellers tiltalende undersøgelsesbaserede tilgang til eksperimenter og kemilæring. Vores bud ville være at man – måske allerede

i udskolingen, men ellers i hvert fald i de gymnasiale uddannelser – kunne tilføje et metaperspektiv der viser hvordan selve den videnskabelige undersøgelse er produkt af en lang proces (Allchin, 2013). Den ville konkret kunne illustrere at undersøgelsens eget produkt – her kemirapporterne – selv er kontingente i den forstand at de er udviklet af tradition og ikke af nødvendighed. Det ville i sig selv dermed være et bidrag til elevernes (naturvidenskabelige) dannelse (Dolin et al., 2016).

En måde at angribe dette på i undervisningen kunne være at ekspliciterede de videnskabsteoretiske og -historiske aspekter af den eksperimentelle praksis med forventningshorisont og eksperimenter, men tillade at der ikke (umiddelbart) nås didaktisk "lukning". Det peger på en afvejning mellem færdigheder i eksperimentel udførelse og iagttagelsesevne overfor en metakompetence i at se undersøgelse ikke som genskabelse af hypotesetestende eksperimenter, men som udforskning af en mere fundamental eksplorativ karakter. Selvfølgelig skal eleverne understøttes i denne proces igennem synliggørelse af den iagttagende proces og den modtagerorienterede afrapportering af indsigterne. Men vi kunne godt tænke os at træning i retning af "videnskabelige observationer" blev gjort til et middel til at opnå denne dannende indsigt mere end til et mål for videnskabelighed (og korrekthed) i en lukket forstand.

Så det håber vi at forfatterne til den spændende undersøgelse og andre naturfagslærere i udskolingen og gymnasiet har lyst til at tænke videre over: En mulig måde at implementere dette på kunne være at tage udgangspunkt i at genskabe autentiske, historiske forsøgsopstillinger. Et konkret forslag kunne være at tage udgangspunkt i H.C. Ørstedes berømte eksperiment i 1820 der førte til opdagelsen af elektromagnetismen, som godt nok er hentet fra fysik og ikke fra kemi. På Det Kgl. Bibliotek er man ved at digitalisere Ørsted-arkivet, og i det dertil udarbejdede undervisningsmateriale (som forventes udgivet i løbet af 2020) er der foreslået fire opgaver der eksplicit og i stigende grader af refleksivitet forholder sig til netop denne problemstilling:

Opgave 1

Kig på A.J. Bundgaards relief fra 1929 af Ørsted der udfører sit forsøg (<http://www.kb.dk/images/billed/2010/okt/billeder/object51681/da/>). Find derefter Ørsteds beretning fra forsøget ved at gå ind på Det Kongelige Bibliotek (i <http://REX.kb.dk>) og søge på "Dansk Litteratur-tidende 1757". Når du trykker på linket, kommer du ind til scanninger af dette tidsskrift. Her skal du finde Ørsteds beretning om forsøget fra 1820 (s. 447-448). Læs herefter den første paragraf (fra: "Ved nogle Forsøg ..." til "... ligeledes i disse Forsøg").

Forestil dig at du er i Ørsteds sko og er ved at stille et demonstrationsforsøg op med et "galvanistisk apparat" (en voltasøjle) og tynde tråde af platin, messing, bly, tin eller jern på et bord (se Bundgaards relief):

- Beskriv i dine egne ord og begreber hvad en voltasøjle er. Ville Ørsted kunne forstå og genkende din beskrivelse?
- På bordet står også et kompas. Beskriv i dine egne ord og begreber hvad et kompas er. Ville Ørsted kunne forstå og genkende den beskrivelse?
- Genskab en version af Ørsteds forsøgsopstilling sådan som han beskriver den meget kort i uddraget fra "Dansk Litteratur-tidende", og som illustreret i A.J. Bundgaards relief.
 - Hvilke uklarheder møder du? Hvilke forandringer er du tvunget til?
 - Hvordan vil du beskrive forholdet mellem din opstilling og Ørsteds?

Opgave 2

Da Ørsted flyttede kompasset og ledningen tættere på hinanden, bemærkede han at der skete noget.

- Flyt kompas og ledning tættere på hinanden. Beskriv hvad du gør. Hvilke informationer medtager du i beskrivelsen?
- Beskriv i dine egne ord, begreber og evt. figurer hvad du observerer. Hvilke informationer medtager du?
- Del dine observationer med dine kammerater. Hvor forskellige er de? Beskriv ligheder og forskelle, og diskuter muligheder og udfordringer i at kommunikere om eksperimenter.

Ørsted opdagede på denne måde et *nyt fænomen*, og han kastede sig ud i at eksperimentere (lege) yderligere med det.

- Hvilke parametre kan du eksperimentere med? Gør det. Noter til stadighed hvad du iagttager.
- Kan du eksperimentere dig frem til nogle regelmæssigheder?
- Hvordan mon man skal forklare fænomenet? Prøv at opstille hypoteser, og afprøv dem.

Opgave 3

- Beskriv i dine egne ord og begreber forskellen mellem eksplorative eksperimenter og demonstrationsforsøg.
- Ørsteds forsøg er blevet beskrevet som et eksempel på en *overraskende* (serendipitous) opdagelse. Forklar med dine egne begreber hvad der menes med det. Og diskuter hvorvidt den beskrivelse er rammende.
- Diskuter hvorvidt dine oplevelser med at gå undersøgende til fænomenet svarer til den videnskabsteoretiske beskrivelse som kaldes (Poppers) *hypotetisk-deduktive metode*.
- Diskuter hvorvidt dine, dine kammeraters og Ørsteds oprindelige forsøgsoptegnelser kan siges at beskrive *det samme* forsøg. Hvilke typer information er medtaget og udeladt i den oprindelige kilde?

Opgave 4

- Beskriv og diskuter den *genre* som en eksperimenterapport udgør. Diskuter også hvordan du vil beskrive fraværet af kvantitative data i Ørsteds eksperiment.
- Analyser Ørsteds indledning i "Dansk Litteratur-tidende" (som du læste til Opgave 1): Hvilken argumentationsform bruger Ørsted? Diskuter herefter dens relevans i afrapportering af et naturvidenskabeligt eksperiment.

For yderligere læsning og inspiration, se fx:

- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science*. Perspectives & Resources. SHiPS Education Press.
- Andersen, H. & Hepburn, B. (2016). Scientific Method. I: Zalta, E.N., *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Summer 2016. Metaphysics Research Lab, Stanford University. Lokaliseret 18. september 2019 på <https://plato.stanford.edu/archives/sum2016/entries/scientific-method/>.
- Bogen, J. (2017). Theory and Observation in Science. I: Zalta, E.N., *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Summer 2017. Metaphysics Research Lab, Stanford University. Lokaliseret 18. september 2019 på <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/science-theory-observation/>.
- Daston, L. & Lunbeck, E. (red.). (2011). *Histories of Scientific Observation*. Chicago og London: University of Chicago Press.
- Dolin, J. et al. (2016). Evaluering af naturvidenskabelig almendannelse i stx- og hf-uddannelserne. *MONA Forskningsrapportserie for matematik- og naturfagsdidaktik, 3*. Lokaliseret 18. september 2019 på <http://www.ind.ku.dk/mona/serie/2016-3/>.
- Medawar, P.B. (1979). *Advice to a Young Scientist*. San Francisco: Harper & Row.
- Shapin, S. & Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Steinle, F. (2016). *Exploratory Experiments. Ampère, Faraday, and the Origins of Electrodynamics*. Oversat af Alex Levine. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.