

# Nøkler til naturfag Sluttrapport

September 1

# 2016

---

Sonja M. Mork, Naturfagsenteret

Etterutdanning i  
naturfag for lærere på  
5.-7.trinn (saksnr  
2013/1255)

## Innhold

Sammendrag .....	2
Samarbeidsmodell for kurstilbydere .....	2
Nettverksbygging.....	4
Spredning.....	4
Kurskonseptet <i>Nøkler til naturfag</i> .....	5
Teoretisk bakgrunn.....	6
Forskerføttermodellen .....	6
Tematiske enheter fra Forskerføtter og leserøtter .....	9
Fagdidaktisk del: Forskerføtterenheten <i>Kjemiske endringer</i> .....	10
Kjemidel: Stoffer, kjemiske reaksjoner, partikkelmodellen .....	10
Fysikkdel: Elektrisitet, verdensrommet .....	10
Kursmodell <i>Nøkler til naturfag</i> .....	11
Regionale variasjoner .....	12
Tall om <i>Nøkler til naturfag</i> .....	13
Gjennomførte kurs i perioden .....	13
Lærernes erfaringer.....	14
Hva fungerte bra?.....	15
Hva var utfordrende? .....	16
Hva har elevene lært? .....	16
Motivasjon og engasjement .....	18
Oppsummering.....	19
Implikasjoner .....	19
Referanser .....	20
Vedlegg 1: Oversikt over prosjektdeltagere og institusjoner.....	22
Vedlegg 2: Eksempel på egevaluering av en kursdag i en region.....	23
Vedlegg 3: Kursevalueringsskjema .....	25
Vedlegg 4: Publikasjoner og presentasjoner med utspring i prosjektet .....	27
Vedlegg 5: Omtale i policydokumenter.....	29

## Sammendrag

Vi konkluderer at nettverksbygging mellom Naturfagsenteret, skolelaboratoriene, lærerutdanningene og vitensentrene har bidratt til å utvikle og etablere *Nøkler til naturfag* som et forskningsbasert kurskonsept av god kvalitet. Gjennom kontinuerlig erfaringsutveksling og egevaluering har kursdagene gjennom hele den treårige perioden blitt revidert og forbedret. 57 kurs er gjennomført på 33 ulike steder i Norge. 1192 kursdeltagere har fulgt *Nøkler til naturfag* og vi estimerer at nærmere 34 000 elever har fått erfaringer med temaet kjemiske endringer gjennom utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter.

Kursdeltagerne forteller at både kurset og undervisningsenheten *Kjemiske endringer* har bidratt til støtte og struktur i egen naturfagundervisning. Faglig påfyll, pedagogiske strategier, detaljert lærerveiledning og å få øve på aktiviteter under veiledning av kursholderne har bidratt til at mange opplever mestring som naturfaglærer. Kursdeltagerne forteller også om mestring og engasjement hos elevene og fremhever at elevene lærer begreper, arbeidsmåter i laboratoriet, lesestrategier og skrivestrategier. Flere lærere forteller at *Kjemiske endringer* bidrar til forståelse og dybdelæring hos elevene. Den største utfordringen for lærerne er tiden, da naturfag er et av fagene i grunnskolen med færrest timetall.

Nettverksbyggingen på ulike nivåer har skapt forbindelser som de involverte institusjonene vil høste frukter av i lang tid.

## Samarbeidsmodell for kurstilbydere

I 2013 fikk Naturfagsenteret ansvar for å tilby etterutdanning i naturfag for lærere på 5. – 7. trinn i samarbeid med lærerutdanninger, skolelaboratorier og vitensentre i de fem regioner Bergen, Trondheim, Tromsø, Innlandet og Oslo. I anbudssøknaden omtalte vi prosjektet som en nasjonal dugnad og vi kan nå oppsummere at hele 38 personer har vært involvert i arbeidet med kursene, se oversikt over institusjoner og personer i vedlegg 1. Med så mange involverte aktører med litt ulik bakgrunn, var et av målene i prosjektet å etablere et bærekraftig etterutdanningsnettverk som i løpet av treårsperioden ville kunne tilby forskningsbasert etterutdanning av høy kvalitet til et stort antall lærere over hele landet.

Naturfagsenteret har hatt hovedansvar for å utvikle kurskonseptet, som tok utgangspunkt i resultater fra forskningsprosjektet *Budding Science and Literacy* (Ødegaard, Frøyland, & Mork, 2009; Ødegaard, Haug, Mork, & Sørvik, 2014; Ødegaard, Haug, Mork, & Sørvik, 2016) og undervisningsmodellen *Forskerfötter og leserötter* (Ødegaard et al., 2016). Kolleger fra alle de fem regionene deltok aktivt både i utviklingsfasen det første semesteret, og gjennom erfaringsutvekslinger og kontinuerlige forbedringer den resterende prosjektperioden, se oversikt i figur 1.



Figur 1: Oversikt over samarbeidsmodell.

Det første semesteret jobbet vi med å utvikle innholdet i lærerкурset. Naturfagsenteret hadde hovedansvar for den didaktiske delen, mens skolelaboratoriene i kjemi og fysikk ved Universitetet i Oslo hadde hovedansvar for kjemidelen og fysikkdelen. Kollegene fra de andre regionene deltok aktivt på samlinger og kom med innspill til oppleggene. Det påfølgende semesteret holdt vi et pilotkurs i Oslo, med kursholdere fra Naturfagsenteret og skolelaboratoriene ved Universitetet i Oslo. Kolleger fra de andre regionene var til stede på alle kursdagene som observatører. På slutten av hver kursdag ble innhold og aktiviteter evaluert og diskutert. Vi vil trekke fram flere klare fordeler med å gjennomføre et pilotkurs med observatører. Først og fremst fikk kursholderne gode og konstruktive tilbakemeldinger på hva som fungerte og ikke fungerte, samt forslag til endringer. Etter pilotkurset ble det gjort ganske omfattende revideringer av kursets innhold. Blant de viktigste endringene var at vi reduserte omfanget og gjorde innholdet mer praksisnært og relevant for kursdeltagerne. Andre fordeler var at observatørene fikk se eksempel på et kurs de selv etter hvert skulle gjennomføre og de fikk mulighet til å påvirke innhold og framstillingsmåte. Dette bidro også til økt eieforhold til kurset. Sist, men ikke minst så ble pilotkurset også en arena der deltagerne i nettverket møttes og ble bedre kjent.

Etter revidering av pilotkurset ble det holdt ett kurs i hver av de andre regionene, hvor regionene selv var ansvarlige for kjemi- og fysikkdelen, mens Naturfagsenteret tok ansvar for de fagdidaktiske delene av kurset. Også i denne runden gjennomførte vi evaluering/egnevaluering etter hver kursdag. Dropbox var et viktig samarbeidsverktøy i nettverket vårt. Her hadde hver region sin mappe med lik struktur, hvor alle lagret kurspresentasjoner, egnevalueringer osv. På denne måten fikk vi delt erfaringer mellom regioner også utenom de fysiske samlingene vi hadde hvert semester. Se eksempel på en regions egnevaluering av en kursdag i vedlegg 2. På avslutningssamlingen for prosjektet uttrykte en lærerutdanner at det hadde vært «et ork» å sette seg ned å skrive egnevaluering etter hver kursdag. Men hun konkluderte at det har vært veldig lærerikt å måtte evaluere seg selv etter hver gang. Det hadde medførte justeringer og forbedringer av kursdagene.

I det tredje semesteret var Naturfagsenteret fremdeles med på minst ett kurs i de fleste regionene, men nå i en mer tilbaketrasket rolle. Fra fjerde semester tok alle regioner fullt ansvar for alle kurs i egen region.

## Nettverksbygging

Samarbeidsmodellen vår har bidratt til nettverksbygging og samhandling på flere nivåer og flere arenaer. Først og fremst har vi etablert et godt nettverk mellom de involverte aktørene i *Nøkler til naturfag*: Naturfagsenteret, lærerutdanningene, skolelaboratoriene og vitensentrene. Vi har litt ulik bakgrunn og er gode på litt forskjellige områder. Dermed har alle hatt noe å lære av andre i gruppa og alle har videreutviklet sin kompetanse gjennom å delta i dette prosjektet. Lærerutdannere fra høyskolene forteller at de har forsterket kontakt seg i mellom på grunn av *Nøkler til naturfag*.

Etter hvert år i prosjektperioden har aktørene skrevet refleksjonsnotater. Allerede etter det første året skriver mange at samarbeidet om *Nøkler til naturfag* har bidratt til mer samarbeid mellom lærerutdannere, skolelaboratorier og vitensentre innen hver region. De har blitt bedre kjent med hverandre og utveksler erfaringer og samarbeider også på andre områder enn *Nøkler til naturfag*.

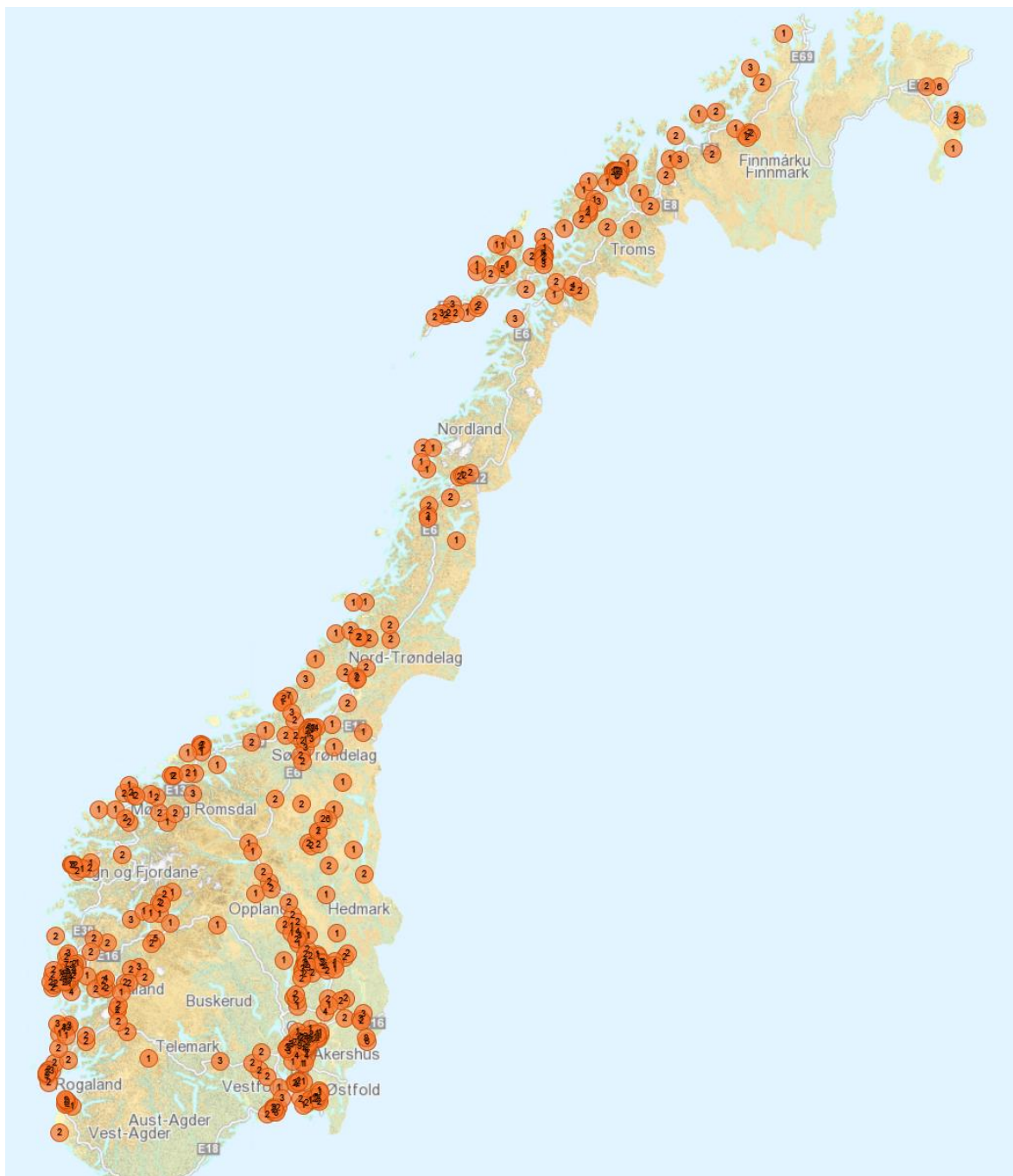
Et annet nivå hvor regionene opplever nettverksbygging, er mellom lærerutdannere på høyskoler og ansvarlige for etter- og videreutdanningskurs i kommuner og regioner/fylker, f.eks. realfagskommuner. Når slik kontakt er etablert er det lettere for lærerutdannere å nå ut med kurstilbud på andre fagområder og det er lettere for fagansvarlige å etterspørre kurs i henhold til sine behov.

Skolelaboratoriet i Tromsø forteller at *Nøkler til naturfag* har brakt dem ut i distriktene slik at de har fått profilert seg for nye samarbeidspartnere.

Nettverksbyggingen på ulike nivåer har skapt forbindelser som de ulike institusjonene vil høste frukter av i lang tid.

## Spredning

I løpet av den treårige prosjektperioden har kursholdere i nettverket vårt brukt utallige timer på å forberede kurs og reise land og strand med masse utstyr i bagasjen. Her vil vi særlig trekke fram region Tromsø som har trosset store reiseavstander og holdt kurs på hele 9 ulike steder og nådd ut til lærere som nesten aldri før har hatt mulighet til å gå på kurs. Til sammen har vi gjennomført 57 kurs med 1192 lærere fra store deler av landet som deltagere. Figur 2 viser en oversikt over skoler i Norge hvor en eller flere lærere har deltatt på kursene våre. Vi mener at det ville vært vanskelig å nå ut til lærere ved så mange ulike skoler uten den nettverksstrukturen vi har bygd opp.



Figur 2: Oversikt over skoler med lærere som har deltatt på Nøkler til naturfag.

## Kurskonseptet *Nøkler til naturfag*

Vi har kalt kurskonseptet vårt *Nøkler til naturfag*. Navnet indikerer at kursdeltagerne skal få en del nøkler som hjelper dem i naturfagundervisningen, slik at elevene i neste instans får tilgang til noen nøkler som hjelper dem til å forstå naturfag. I denne delen presenterer vi først den teoretiske bakgrunnen for kurset og beskriver deretter de tre innholdskomponentene i kurset: fagdidaktikk, kjemi og fysikk.

## Teoretisk bakgrunn

*Nøkler til naturfag* er utviklet etter prinsipper som i følge forskningslitteraturen gir vellykket etter- og videreutdanning i naturfag (Capps, Crawford, & Constat, 2012; Stadler & Jorde, 2012). Ett viktig prinsipp vi har fulgt er at lærere skal ha mulighet til å lære naturfaglig innhold som inkluderer tre sentrale elementer: naturvitenskapelige teorier og begreper, kunnskap om utforskende arbeidsmåter og kunnskap om hvordan naturvitenskapelig kunnskap dannes. I dette inngår også pedagogiske strategier for hvordan man kan undervise naturfag for å støtte elevenes læring på en god måte. Andre viktige prinsipper vi bygger på er at lærerne må få nok tid til å bearbeide og diskutere utfordringer med naturfagundervisningen. Lærerne må selv få erfaring med å jobbe utforskende og de må få tilgang til gode læringsaktiviteter som modellerer utforskende arbeidsmåter for elever. Videre må lærerne få muligheter til å reflektere over erfaringer fra kurset og få mulighet til å diskutere hvordan kursinnholdet kan implementeres i deres eget klasserom. Disse prinsippene er også i tråd med den generelle forskningslitteraturen om hva som kjennetegner effektiv etter- og videreutdanning (Borko, 2004; Darling-Hammond & McLaughlin, 1995; Desimone, 2009).

*Nøkler til naturfag* har sitt utspring i resultater fra forskningsprosjektet *Budding Science and Literacy*<sup>1</sup>, som var en klasserom-videostudie på barnetrinnet. En målsetning med kurset var å bringe forskningsresultater tilbake til klasserommet på en praksisnær måte ved hjelp av *Forskerføttermodellen* (omtales nedenfor) og undervisningsressurser fra *Forskerføtter* og *leserøtter* (omtales nærmere etter beskrivelsen av *Forskerføttermodellen*).

Forskning viser at norske elever på barnetrinnet har problemer med å forstå kjemi og fysikk (Grønmo et al., 2012). Når elevene skal lære om kjemiske reaksjoner har de for eksempel en tendens til å utvikle fragmentert og ufullstendig forståelse (Øyehaug & Holt, 2013). Vi vet også at mange lærere som underviser i naturfag på barnetrinnet har lite eller ingen formell bakgrunn i faget (Lagerstrøm & Moafi, 2014). *Nøkler til naturfag* har derfor fokusert på tre relevante naturfaglige tema på mellomtrinnet: *kjemiske endringer*, *elektrisitet* og *verdensrommet*, med hovedvekt på kjemiske endringer. Disse temaene ble koblet til utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter.

## Forskerføttermodellen

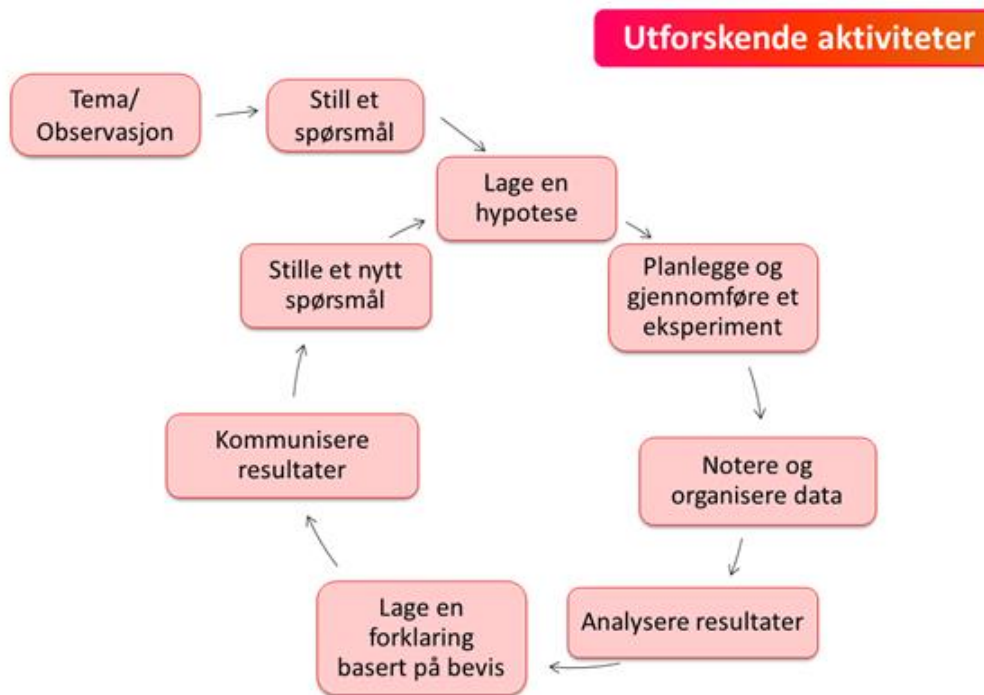
Vi vil nå omtale *Forskerføttermodellen* som beskriver sentrale prinsipper for undervisning som integrerer utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter, og som ligger til grunn for *Nøkler til naturfag*.

### Forskerføttermodellen

1. Systematisk variasjon av **utforskende aktiviteter**
2. Gjør det! Les det! Si det! Skriv det!
3. Fokus på få **begreper** og **vurdering** underveis
4. **Eksplisitt** undervisning
5. Hvordan naturvitenskapelig kunnskap dannes

<sup>1</sup> <http://forskning.no/barn-og-ungdom-pedagogiske-fag-samfunnskunnskap-skole-og-utdanning/2014/03/slik-skal-elevne-bli>

Det første prinsippet handler om systematisk variasjon av utforskende aktiviteter. Utforskende aktiviteter startet ofte med et tema eller et spørsmål man vil finne ut mer om, se figur 3.



Figur 3: Modell av typiske elementer som inngår i utforskende arbeid (Barber, 2009).

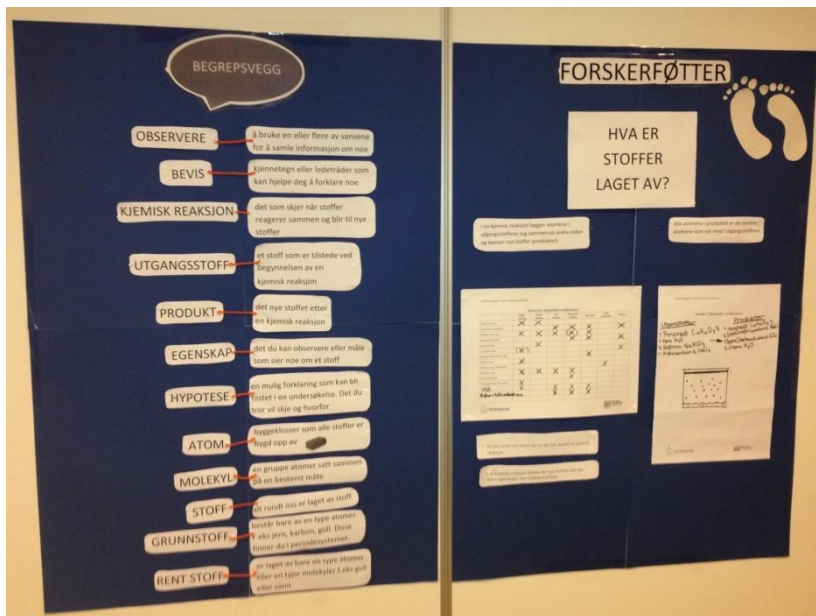
Det formuleres ofte en hypotese som fungerer som en viktig støtte når man planlegger og gjennomfører et eksperiment eller en annen form for datainnsamling. Data registreres, organiseres og analyseres. Basert på evidens fra datamaterialet lager man en forklaring og kommuniserer man det man har funnet ut. Ofte ender en utforskning i nye spørsmål som det må forskes videre på. Denne beskrivelsen er en skisse av elementer som typisk inngår i en utforskning, altså ikke en fasit. Det er ikke alltid mulig å gjennomføre en praktisk (førstehånds) utforskning. Av og til ønsker vi å utforske noe som er for smått, for farlig, for langt unna eller som tar for lang tid å undersøke. Da kan vi i stedet gjøre en andrehånds utforskning, det vil si utforske tekster om temaet i stedet. Forskerføttermodellen oppfordrer til systematisk veksling mellom praktiske utforskninger og utforskning i tekster. I det utforskende arbeidet er det viktig at elevene aktivt bruker nøkkelbegreper som for eksempel å observere, form, funksjon, system eller egenskap.

Det andre prinsippet handler om systematisk veksling mellom ulike modaliteter. I tillegg til praktiske aktiviteter, skal elevene jobbe med lesing og lesestrategier, knyttet til det aktuelle temaet. De skal skrive naturfaglige tekster i ulike sjangre og bli bevisst på sjangerkjennetegn. Sist men ikke minst skal det legges til rette for at elevene får praktisere det naturfaglige språket i ulike muntlige aktiviteter som for eksempel diskusjoner eller utforskende samtaler.

Det tredje prinsippet handler om å ha fokus på noen få, nøye utvalgte nøkkelbegreper og underveisvurdering. Disse begrepene er nøkler for å forstå det faglige innholdet i ulike tema og elevene skal bruke begrepene aktivt når de jobber praktisk, når de leser, skriver og snakker.



Nøkkelbegrepene henges opp på en begrepsvegg i klasserommet og bidrar til en visuell framstilling av hva klassen har lært, se eksempel i figur 4.



Figur 4: Eksempel på begrepsvegg til temaet kjemiske endringer.

Begrepsveggen gjør det lettere for elevene å ta i bruk begrepene. Nøkkelbegrepene fungerer også som et sentralt hjelpemiddel for læreren i vurdering av elevene underveis i undervisningsforløpet. Ved å høre på hvordan, og om, elevene bruker nøkkelbegrepene, kan læreren skaffe seg et inntrykk av hvor elevene er i forståelsesprosessen (gjøre vurderinger underveis) og sette i verk passende støttetiltak (Haug, 2016; Haug & Ødegaard, 2014).

Det fjerde prinsippet har fokus på eksplisitt undervisning. I naturfag handler eksplisitt undervisning om å tydeliggjøre ulike aspekter ved naturvitenskapelige arbeidsmåter, for eksempel hvorfor sammenligner man resultater? Hvorfor er det viktig å endre bare en variabel av gangen når du skal finne ut hva som er årsaken til en effekt i et forsøk? Hvorfor er det viktig å lage og teste hypoteser ved systematiske observasjoner og eksperimenter? Hvorfor må instruksjoner leses og skrives nøyaktig? Øyehaug og Holt's (2014) studie viser at elevers forståelse av slike aspekter ved naturvitenskap ikke er noe som kommer av seg selv hvis bare elevene jobber utforskende. Læreren må sette i gang refleksjoner før, under og etter utforskende arbeid. Eksplisitt undervisning er også å løfte fram sammenhengen mellom ulike begreper eller å være eksplisitt på hvordan de ulike aktivitetene i naturfag ligner på det ekte forskere gjør. Eksplisitt undervisning gir tydelige mål, tydelige oppgaver og begrunnelser for bruk av ulike strategier. Eksplisitt undervisning bidrar til god klasseledelse ved at elevene vet hva de skal gjøre og kommer fort i gang.

Det siste prinsippet handler om hvordan naturvitenskapelig kunnskap dannes, forenklet kan vi si hvordan forskere jobber. Blant folk flest har mange en stereotyp oppfatning av at alle naturvitenskapelige forskere går rundt med hvit lab-frakk og vernebriller, at de er menn og at de jobber alene. Skolen har et ansvar for å formidle et riktigere og mer nyansert bilde av naturvitenskapelige forskere og det mangfold av arbeidsoppgaver de faktisk har. De fleste forskere i dag jobber i grupper og team som består av begge kjønn. Det er ikke alle forskere som jobber på lab, det er også mange som jobber i felt. Alle forskere leser og skriver mye, i tillegg til å diskutere og

kommunisere resultatene sine både muntlig og skriftlig. Før naturvitenskapelig kunnskap blir akseptert som etablert kunnskap har det som regel foregått en prosess over lang tid, og hvor ulike forskergrupper har argumentert for og i mot de nye funnene. Argumentasjon og det å bruke teori og evidens når man argumenterer er en svært sentral praksis for utvikling av naturvitenskapelig kunnskap (Erduran & Jiménez Aleixandre, 2008; Mork, 2005). Skolens naturfag bør kommunisere til elevene at naturvitenskapelige forskere bruker mye tid på praksiser som argumentasjon, lesing, skriving og kommunikasjon. Like viktig er det at elevene får øve på slike praksiser som en naturlig del av naturfaget (Sørvik & Mork, 2015). Ved å få fram et mer realistisk bilde av naturvitenskap og naturvitenskapelige forskere, kan flere elevtyper bli interessert i naturfag og se seg selv i naturvitenskapelige yrker (Bøe, Henriksen, Lyons, & Schreiner, 2011; Schreiner & Sjøberg, 2005).

## Tematiske enheter fra Forskerføtter og Leserøtter

I *Nøkler til naturfag* implementerer kursdeltagerne undervisningsmateriale fra Naturfagsenterets ressurser Forskerføtter og Leserøtter. Forskerføtter og Leserøtter består av tematiske enheter som er oversatt og tilpasset norske forhold fra de amerikanske ressursene *Seeds of Science/Roots of Reading (Seeds/Roots)* utviklet ved Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley (Barber et al., 2007). Hver enhet tar for seg et naturvitenskapelig tema og integrerer utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter (Ødegaard et al., 2014). De tematiske enhetene er designet for å fremme dybdelæring og progresjon. I følge Sawyer (2006) kan dybdelæring kjennetegnes ved at elevene må relatere nye ideer og begreper til egne forkunnskaper og erfaringer og integrere kunnskapen sin med beslektede begreper. De må søke etter mønster og underliggende prinsipper, evaluere nye ideer og relatere dem til konklusjoner. Videre må elevene forstå at kunnskap blir dannet gjennom dialoger, kritisk undersøke logikken i argumenter og reflektere over egen forståelse og egen læringsprosess (Sawyer, 2006). Flere av prinsippene og aktivitetene i Forskerføtterenheterne stemmer godt overens med kjennetegn på dybdelæring. Forskerføtterenheterne lar elevene praktisere både førstehånds- og andrehånds undersøkelser. Elevene blir engasjert i kritisk og logisk tenkning og lærer hvordan de kan lage og revidere forklaringer basert på evidens fra egen utforskning. Elevene deltar ofte i diskusjoner om nøkkelbegreper som er sentralt for å oppøve utforskende ferdigheter og tilegne seg naturvitenskapelig kunnskap (Barber, 2009). Alle Forskerføtterenheterne består av følgende innhold:

- Detaljert lærerveiledning som steg for steg forklarer ulike aktiviteter man skal gjennomføre med elevene. Tidsangivelse for de ulike aktivitetene, naturvitenskapelig bakgrunnsstoff, pedagogiske strategier, tips til undervisningsvurdering og ordliste med nøkkelbegreper er også inkludert.
- Flere elevbøker i ulike sjangre: Motivasjonsbøker, håndbøker, faglig fordypning, modellering av en utforskning og ei bok om et yrke knyttet til enhetens tema. Alle elevbøker er tilgjengelig på bokmål, nynorsk og som lydbok.
- Forskerhefte med skriftlige aktiviteter knyttet til: aktivisering av forkunnskaper, bearbeiding av tekst, støttestrukturer for blant annet å lage tabeller, forskerspørsmål, hypoteser, gjennomføre forsøk etc.
- For førstehånds utforskninger: Utstyrsbokser eller utstyrslistes.

Forskerføttermodellen og ressurser fra Forskerføtter og leserøtter spiller altså en sentral rolle i *Nøkler til naturfag*. *Nøkler til naturfag* har tre sentrale deler: En fagdidaktisk del, en kjemidel og en fysikkdel. I det følgende omtales alle tre.

### **Fagdidaktisk del: Forskerføtterenheten *Kjemiske endringer***

I *Nøkler til naturfag* valgte vi å benytte Forskerføtterenheten *Kjemiske endringer* da kjemi er utfordrende for norske elever (Grønmo et al., 2012). Enheten *Kjemiske endringer* gir i tillegg en veldig god innføring i utforskende arbeidsmåter.

*Kjemiske endringer* består av 20 økter (å 60 minutter), delt opp i to utforskinger med 10 økter i hver. Lærerne gjennomfører utforskning 1 og 2 med egne elever mellom kursdagene. Gjennom utforskende undersøkelser, lesing og diskusjon lærer elevene om oppbygningen av kjemiske stoffer og forandringene som skjer når nye stoffer blir dannet i en kjemisk reaksjon. Fem lesebøker, inkludert en oppslagsbok, støtter elevenes forståelse av kjemiske reaksjoner og naturvitenskapens egenart. Grunnleggende ferdigheter er integrert i hele opplegget. Elevene trenes i å stille spørsmål, og lærer å skrive instruksjoner. I de 10 første øktene lærer elevene om kjemiske reaksjoner, kjemiske stoffer, atomer og molekyler gjennom å utforske en reaksjon som de lager i en plastpose. I reaksjonen observerer de tre kjennetegn på kjemiske reaksjoner: temperaturendring (varmt), fargeendring (gult) og utvikling av gass. Reaksjonen blir kalt VGG (varmt, gult, gass). Gjennom resten av enheten jobber elevene med å finne ut hva som forårsaker de ulike endringene i VGG-reaksjonen. Underveis jobber de bl.a. med atomer og molekyler, instruksjonstekster og lesestrategier. I de ti siste øktene skal elevene jobbe mer selvstendig. De skal planlegge og utføre et eksperiment for å svare på et spørsmål de har om VGG-reaksjonen, deretter analyserer de resultatene, skriver en vitenskapelig forklaring og kommuniserer resultatene gjennom en poster og en presentasjon.

### **Kjemidel: Stoffer, kjemiske reaksjoner, partikkelmodellen**

Kjemidelen av *Nøkler til naturfag* skal gi lærerne faglig påfyll i kjemi knyttet til kompetansemål om kjemi på mellomtrinnet og innholdet i Forskerføtterenheten *Kjemiske endringer*. På den første kursdagen hadde kjemidelen fokus på **stoffer og kjemiske reaksjoner**. Pilotkurset viste oss at mange kursdeltagere har behov for helt grunnleggende innføring i kjemi. Det handler om stoffer og egenskaper, rene stoffer, blandinger, løsninger, atomer og molekyler, makro- og mikronivå og representasjon, samt forskjell mellom kjemiske og fysiske endringer. Det ble lagt vekt på HMS og sikkerhet. Kursdeltagerne fikk en kort innføring i forskrifter og regelverk og ikke minst hvor de finner informasjon om dette.

På den andre kursdagen var partikkelmodellen tema i kjemidelen. Det var fokus på faseoverganger, de tre ulike fasene, likheter og forskjeller mellom dem og ulike modeller knyttet til dette. På begge kursdagene ble det gjennomført en rekke små og enkle forsøk knyttet til dagens tema, og som lærerne lett kunne gjennomføre med egne elever senere.

### **Fysikkdel: Elektrisitet, verdensrommet**

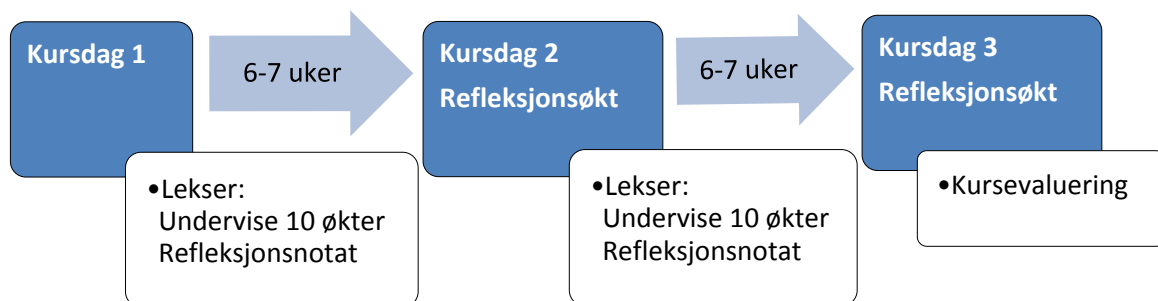
Med unntak av en refleksjonsøkt, var hele den siste kursdagen viet elektrisitet knyttet til kompetansemål på mellomtrinnet. Fokus var på elektriske kretser og sentrale begreper knyttet til dette, som krets, spenning, strøm, motstand, effekt, ladning, seriekobling og parallellkobling. Kursdeltagerne gjorde små utforskninger og forsøk og fikk innblikk i en del alternative forestillinger

om elektrisitet. Modeller og analogier som ofte brukes i undervisningen om elektrisitet var også i fokus. En del av dem ble testet ut og styrker og svakheter ved de ulike modellene ble diskutert.

Det inngår også en tretimers nettverkssamling i *Nøkler til naturfag*. Denne legges til semesteret etter de tre kursdagene og foregår på regionenes vitensenter. Tema for denne samlingen var verdensrommet, knyttet til kompetansemål på mellomtrinnet. Kursdeltagerne fikk innblikk i og erfaring med gode undervisningsressurser om planetenes og månens bevegelse, årstider, dag og natt, sol- og måneformørkelser etc.

### Kursmodell *Nøkler til naturfag*

Målgruppen for *Nøkler til naturfag* var lærere på 5. -7. trinn. Et kurs består av tre kursdager fordelt på ett semester, se figur 5. Til kurset hørte også et nettverksmøte det påfølgende semester.



**Figur 5:** Hvert kurs er organisert med tre kursdager over ett semester, inkludert omfattende arbeid for kursdeltagerne i egen klasse mellom kursdagene.

Hver kursdag inneholdt oppgaver som var teoretiske, utforskende og koblet til grunnleggende ferdigheter. De viktigste målsetningene med kurset var å gi lærerne teoretisk bakgrunn for undervisning som integrerer utforskende arbeid med grunnleggende ferdigheter, å modellere pedagogiske strategier og å gi faglig påfyll i kjemi og fysikk. I tillegg ønsket vi å la lærerne erfare utforskende aktiviteter i rollen som elever, slik at de var godt forberedt før de skulle gjennomføre samme opplegg i egen klasse. Lærerne gikk derfor inn og ut av roller som lærere, studenter og elever i de ulike aktivitetene, se eksempel på program for kursdag 2 i tabell 1.

**Tabell 1:** Program kursdag 2.

Tid	Innhold	Din rolle	Instruktør
09:00 - 10:00	Refleksjonsøkt	Lærer	Naturfagdidaktiker
10:10 - 12:10	Partikkelmodellen	Student	Kjemiker
12:40 - 15:30	Formulere og revidere forskningsspørsmål Skrive en hypotese Gjennomføre en utforskning basert på ditt eget forskningsspørsmål Skrive en forklaring Poster presentasjon	Elev	Naturfagdidaktiker
15:30 - 16:00	Oppsummering	Lærer	Naturfagdidaktiker

Mellom kursdagene gjennomførte lærerne 10 økter av Forskerføtterenheten *Kjemiske endringer* i sin egen klasse og skrev et refleksjonsnotat om sine erfaringer med implementeringen.

Refleksjonsnotatene ble sendt inn og fungerte som utgangspunkt for refleksjonsøkten påfølgende kursdag. Oppgaven for det første refleksjonsnotatet hadde fokus på undervisningen: *Beskriv en episode som fungerte bra i klassen din, og en episode som var utfordrende. Gi begrunnelser for begge.* Oppgaven for det andre refleksjonsnotatet fokuserte på elevens læring: *Beskriv en episode fra klassen din hvor det var tydelig at elevene lærte noe og en episode der de ikke lærte noe. Gi bevis for begge observasjoner.* På slutten av kursdag 3, fylte lærerne ut et evalueringsskjema med åpne spørsmål.

## Regionale variasjoner

Etter hvert som kursholderne har fått mer eieforhold til kurskonseptet, har det også oppstått noen regionale variasjoner hvor kursholderne fremhever sine individuelle styrker og kompetanser. Vi vil her kort beskrive noen av disse.

I Bergensregionene har kursholderne inkludert en del interaktive aktiviteter knyttet til verktøy som padlet.com som brukes til samskriving, answergarden.ch som benyttes til å lage felles ordsky og socrative.com for korte sesjoner med rask respons. I denne regionen legger de også vekt på lokale tilpasninger knyttet til kursstedet, særlig på kursdag 3. De har koblet det faglige innholdet til besøk ved industribedrifter på kursstedene for å vise lærerne muligheter for å bruke ressurser i eget nærmiljø. For eksempel besøk ved Tyssedal kraftverk for kursdeltagere i Odda og besøk ved Oljemuseet for kursdeltagere i Stavanger.

I region Innlandet har drama gått som en rød tråd gjennom alle kursdagene, både som innledning til kurset og ved å modellere dramaaktiviteter kursdeltagerne kan bruke med egne elever.. Drama brukes aktivt både ved Vitensenteret i Innlandet og naturfaglærerutdanningen ved Høyskolen i Hedmark.

I region Tromsø har de lagt inn en del ekstra små kjemiforsøk som bygger opp mot forskerkonferansen lærerne gjennomfører på kursdag 2.

I region Trondheim har det vært mange kursholdere involvert, og noen har delvis skiftet roller. Her har de derfor valgt å være tro mot det opprinnelige kurskonseptet.

I region Oslo har skolelaboratoriet i fysikk og Høyskolen i Oslo og Akershus vekslet på å ha ansvar for kursdag 3. Skolelaboratoriet har vært tro mot det opprinnelige kurskonseptet, mens høyskolen har koblet undervisningen om elektriske kretser til begrepene *system, form og funksjon*.

## Tall om *Nøkler til naturfag*

I denne delen presenterer vi statistikk om kurs og kursdeltagere.

### Gjennomførte kurs i perioden

Som det framgår av tabell 2 har de fem regionene involvert i *Nøkler til naturfag* gjennomført til sammen 56 kurs for lærere på hele 33 ulike steder i løpet av prosjektperioden. Enda flere kurs har vært tilbudt, men av ulike årsaker har det vært problemer med å rekruttere nok kursdeltagere. Dette merket vi best høsten 2014 i kjølevannet av lærerstreiken. Enkelte steder har skoleeier og skoler andre satsingsområder og prioriteringer. Vi har f.eks. to ganger forsøkt å tilby kurs i Bodø uten å lykkes. Samtidig erfarer vi at stadig flere har hørt om *Nøkler til naturfag*, og at kurskonseptet har et godt rykte.

Tabell 2. Statistikk om kurs, kurssteder og kursdeltagere

Region	Kurs	Kurssteder	Deltagere	Ant elever pr. lærer	Estimert elevtall
Bergen	11	Bergen, Fjell, Stord, Stavanger, Odda, Aurland, Florø	259	29	7511
Trondheim	10	Trondheim, Ålesund, Kristiansund, Fosen, Namsos, Steinkjer, Mo i Rana	184	29	5336
Tromsø	11	Tromsø, Alta, Narvik, Kirkenes, Sortland, Svolvær, Harstad, Nordreisa, Finnsnes	202	22	4444
Innlandet	11	Hamar, Gjøvik, Otta, Tynset, Karmøy, Kongsvinger, Tolga	211	28	5908
Oslo	13	Oslo, Sandefjord, Moss	327	33	10791
Sum/snitt	56		1192	28	33990

Skriftlig kursevaluering gjennomføres på slutten av kursdag 3. Svarprosenten varierer noe fra kurs til kurs og mellom regioner, men gjennomsnittlig svarprosent er 58 %.

Vi har valgt å ha papirbasert kursevaluering selv om vi på mange av kursene har erfart et visst forfall den siste kursdagen, og at noen deltagere går tidlig og ikke levert kursevaluering. Vi vurderte også digital evaluering, men tidligere erfaringer har vist oss at det er svært vanskelig å få høy svarprosent med digitale evalueringer.

I kursevalueringen spurte vi blant annet lærerne om hvor mange elever de har undervist i henhold til Forskerfötterenheden *Kjemiske endringer*. Tabell 2 viser at hver lærer i gjennomsnitt har undervist 28 elever. Det høye gjennomsnittstallet skyldes ikke bare store gruppestørrelser. Kursevalueringene viser at svært mange kursdeltagere gjennomfører opplegget i flere klasser, gjerne på hele trinnet sitt. Dette fordi trinnet følger samme planer gjennom skoleåret. Det er noen færre elever pr lærer i Tromsøregionen og dette skyldes hovedsakelig at mange kursdeltagere kommer fra små skoler med forholdsvis få elever. Gjennomsnittstallene er rimelig stabile over år i de ulike regionene og vi har benyttet disse til å estimere at nesten 34 000 elever har jobbet med *Kjemiske endringer* i løpet av prosjektperioden.

I neste del omtaler vi lærernes erfaringer med å undervise etter *Kjemiske endringer* og hva de synes om kurskonseptet *Nøkler til naturfag*. Dette er basert på de skriftlige leksene lærerne leverer inn før kursdag 2 og 3, de skriftlige kursevalueringene, våre notater fra kursevalueringene, samt noen svar fra en spørreundersøkelse vi gjennomførte blant kursdeltagere ett år etter at kurset var avsluttet.

## Lærernes erfaringer

Kursdeltagerne gjennomfører altså mange undervisningsøkter i egen klasse mellom kursdagene. Å utveksle erfaringer om dette har derfor en sentral plass i *Nøkler til naturfag*. Lærerne har sendt inn korte tekster der de forteller om hva som har fungert bra, hva som har vært utfordrende og bevis de har observert på at elevene har lært noe. På kursdagene utveksler deltagerne erfaringer i små grupper før felles oppsummering i plenum. Dette er svært interessante og lærerike økter. Erfaringene benyttes av kursholdere i alle regioner til å revidere og justere innhold i kursdagene, og av Naturfagsenteret til å revidere nettressursene fra Forskerfötter og leserötter. I denne delen presenterer vi eksempler både fra lærernes innsendte tekster, kursevalueringene og fra erfaringsdelinger på kursdagene. Vi fokuserer på lærernes responser på spørsmålene *Hva fungerte bra?*, *Hva var utfordrende?* og *Hva har elevene lært?* Tabell 3 viser en oppsummering av lærernes mest sentrale responser på disse spørsmålene. I det følgende gir vi eksempler på lærerutsagn som illustrerer noen av punktene i tabell 3.

**Tabell 3:** Oppsummering av kursdeltagernes erfaringer med Forskerføtterenheten Kjemiske endringer og kurset Nøkler til naturfag.

Hva fungerte bra?		Hva var utfordrende?	Hva har elevene lært?
<b>Struktur og støtte</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidkrevende å gjennomføre</li> <li>• Omfattende og detaljert lærerveiledning med mye å sette seg inn i</li> <li>• Tar tid å få eieforhold til materialet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begreper</li> <li>• Naturfaglig innhold</li> <li>• Lesestrategier</li> <li>• Å skrive instruksjoner</li> <li>• Å formulere spørsmål</li> <li>• Å lage hypoteser</li> <li>• Å planlegge og gjennomføre eksperimenter</li> <li>• Å delta i samtaler og diskusjoner om naturfaglig innhold</li> <li>• Sikkerhetsregler</li> </ul>
<b>Forskerføttermaterialet</b>	<b>Selve kurset</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaljert lærerveiledning med progresjon i naturvitenskapelig innhold, begreper, utforskende metoder og grunnleggende ferdigheter</li> <li>• Støtter lavtpresterende og fremmedspråklige elever, samtidig som det utfordrer høytpresterende elever</li> <li>• Elever opplever mestring og motivasjon når de får jobbe med samme tema over tid</li> <li>• Undervisningsstrategier og klasseledelsesstrategier som også kan overføres til andre fag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Øve med veiledning fra kjemikere, fysikere og naturfagdidaktikere</li> <li>• Prøve ut materialet i egen klasse mellom kursdagene</li> <li>• Utveksle og diskutere erfaringer og ideer med andre lærere</li> </ul>		

### Hva fungerte bra?

På alle kursene våre har vi naturfaglærere med lite eller ingen naturfaglig bakgrunn. Men selv blant de som har formell kompetanse i naturfag, er det mange som kan lite kjemi, har lite erfaring med forsøk og eksperimenter og som har lite kunnskap om hvordan naturvitenskapelig kunnskap dannes. Når kursdeltagerne gir tilbakemelding på hva som fungerer bra, kan det kort oppsummeres som *støtte og struktur*. Dette gjelder både støtte i form av undervisningsmaterialet og selve kurset. Sitatene nedenfor viser noen eksempler på dette.

*«Godt detaljerte opplegg for både teoridel og praktiske aktiviteter. Oppleggene var engasjerende og la til rette for både tilpasset opplæring og elevaktivitet i hver økt. Med klare rammer fungerte det overraskende bra å gjennomføre kjemiforsøk allerede på 5. trinn.»*

*«Har lært mye om hvordan drive en klassesamtale og få flere med i samtalen ved å bruke, tenk-par-del. Dette bruker jeg i alle fag.»*

*«Har blitt mer faglig sikker når vi gjør forsøk. Synes ikke det er så skummelt å få spørsmål fra elevene.»*

*«Jeg har måttet roe meg litt, være systematisk, følge manus og det er så godt lagt opp at jeg merker elevene får med seg mye mer. Strukturert å følge dette her.»*

*«Nyttig at man mellom kursdagene skulle gjennomføre leksjonene/forsøk med elevene. Positivt med erfaringsdeling etterpå.»*



«Fint med gjennomgang av hvordan opplegget skal gjennomføres + faglig påfyll. Artige innslag som gjør det spennende for oss voksne også. Det inspirerer!»

### Hva var utfordrende?

Selv om det var mye som fungerte bra, var det også en del utfordringer. Den aller største utfordringen er tiden. *Kjemiske endringer* er et omfattende opplegg med 20 økter á 60 minutter. Opplegget har så stor vekt på skriving og lesing at det også dekker mange kompetansemål i norskfaget. Mange kursdeltagere har derfor benyttet både naturfagstimer og norsktimer. Noen skoler har prioritert å ha forskerdager eller forskeruker for å gjennomføre opplegget. Men hvis man kun skal bruke naturfagstimer er det vanskelig å gjennomføre hele opplegget. Mange lærere synes også det er tidkrevende å forberede seg. De er ikke vant til så omfattende lærerveiledninger og de er ikke vant til å følge en detaljert trinnvis veiledning som andre har laget. Nedenfor er noen sitater som illustrerer dette.

«På ein generell basis må eg seie at eg fleire gonger har fått problem med tida, og det til tross for at eg bruker 90 minuttars økter. Men sjølv om dette har gjort at eg ikkje alltid har blitt ferdig med alt eg skulle, har eg i alle fall fått gjort det eg har gjort skikkeleg.»

«For å ta det som vi føler har fungert dårligst først. Det går ikke direkte på selve undervisningssituasjonen, men på vår måte å forberede oss på. Når man tar over et opplegg som andre har laget er det ikke enkelt å få et eieforhold til det man skal formidle til elevene, det var her vi fikk litt problemer. At vi rett og slett ble diktert det vi skulle si, falt ikke helt naturlig for oss, da en av oss har lang fartstid i faget. Dette resulterte i at første økt ble litt rotete.»

«Jeg har fått hatt fire naturfagsøkter med elevene og kommet til 1.4 Eksperiment med fenolrødt. Hver økt er veldig detaljert på nettet og er til god hjelp. Jeg synes vel den første timen var mest utfordrende. Her merket jeg at jeg var mer usikker og visste ikke helt hvordan dette opplegget ville gå. Det er mye man må sette seg inn i. Etter hver time som har gått har både jeg og elevene blitt mer trygge med dette opplegget. Etter det første forsøket er det også blitt mye lettere å forklare og snakke om kjemiske reaksjoner med elevene. For både jeg og elevene har noe til felles som vi kan referere til når vi snakker om dette. Elevene har fått et bilde i hodet sitt på hva en kjemisk reaksjon er. Dette er et bra undervisningsopplegg, elevene viser interesse for faget og er ivrige. Det blir nok enda bedre når læreren blir tryggere og har gjennomført det en gang.»

### Hva har elevene lært?

Da kursdeltagerne fikk i lekse å skrive refleksjonsnotat om hva som hadde fungert bra og hva som var utfordrende, erfarte vi at de hadde mest fokus på praktisk gjennomføring og hvorvidt elevene ble motivert og engasjert. Vi ønsket å rette fokuset deres mot elevenes læring, og i neste refleksjonsnotat fikk de beskjed om å beskrive episoder der det var tydelig at elevene hadde lært noe, og komme med begrunnelser for dette. De nye refleksjonsnotatene ble mer fokusert på læring. Også under erfaringsdelingene fortalte mange lærere at elevene har lært noe, men de er ikke så vant til å spesifisere og begrunne det. Det første eksemplet er hentet fra en slik erfaringsdeling, og vi ser at kursholder må utfordre litt for å få fram lærerens begrunnelser for det første utsagnet.

**Lærer:** «De lærte mye når de lagde hypotese og gjennom eksperimenter.»

**Kursholder:** «Har du noe bevis for læring?»

**Lærer:** «Tja, ja, bevis for læring, skal vi se....., jo det må vel være måten de snakka på når de lagde ny hypotese og eksperiment som gjorde at jeg forstod at de hadde lært mye. Nå er vi i gang, og de sa ting som: «Vi må endre kun en ting om gangen». De passa på hverandre med språket.»

Det er språk og begreper som trekkes frem av flest lærere når vi spør om hva elevene har lært. I kursevalueringen forteller en lærer om hvordan elevene overfører begrepsbruken også til andre fag og tema:

*«De har lært mange nye begreper (naturfaglige) og er flinkere til å begrunne/vise til bevis enn tidligere. Dette gjelder også i andre fag! "Det kan du ikke si" Har du bevis?" (Diskusjon om vindmøller).»*

Eksemplene nedenfor er hentet fra refleksjonsnotatene. Den første handler både om begrepsbruk og arbeidsmåter og kommer fra en kursdeltager som nettverkskoordinator og har observert økter i klassen til en kollega:

*«At elevene har lært noe etter at vi startet opp med opplegget fra Nøkler til naturfag er veldig tydelig, og det oppdaget jeg spesielt da det gikk litt tid fra jeg var med på gjennomføring av økt 1.6 til jeg var med på gjennomføringen av økt 2.2. Det merkes ved hypotesene de lager, spørsmålene de stiller, og av begrepsbruken gjennom økta. Elevene er blant annet opptatt av å måle nøyaktig, de lukter som kjemikere og de er flinke til å notere observasjonene sine i skjemaer.»*

Grunnleggende ferdigheter med hovedvekt på lesing, skriving og muntlig aktivitet er sentralt i *Kjemiske endringer*. Når elevene lærer om hvordan forskere jobber med skriftlige og muntlige tekstpraksiser, settes grunnleggende ferdigheter inn i en naturligfaglig kontekst. Dermed blir det meningsfylt for elevene å jobbe med sjangerkjennetegn, lese- og skrivestrategier. Mange kursdeltagere trekker fram den første økta da elevene skal lese boka *Kjemiske endringer overalt* som vellykket. Lesestrategien å stille spørsmål til innholdet i teksten før lesing skapte leseengasjement hos elevene. En lærer beskriver erfaringer med aktiviteten slik:

*«Lesestrategien der elevane skal skrive spørsmål på ein lapp som dei skal lime inn der dei finn svaret har fungert godt. Eg merkar at det hjalp elevane å lese meir konsentrert og målretta. Den gule lappen gjer spørsmålet meir tydeleg og det at ein faktisk limer lappen inn der ein finn svaret, gjer det heile meir konkret. Denne metoden har eg tatt med meg til andre fag.»*

Å lese og skrive instruksjonstekster er en sjanger elevene får øvd grundig på i *Kjemiske endringer*. Etter den andre økta med øving på å skrive instruksjoner forteller en lærer at både svake og sterke elever mestret og hadde utbytte:

*«I økt 6 klarte alle, selv de svakeste klarte å skrive en veldig god instruksjonstekst. Da tenkte vi at det hadde skjedd veldig mye progresjonen i løpet av den uka. Vi var imponert over resultatet ungene hadde. Opplegget passet både de svake og de sterke.»*

*Forskerføtter og leserøtter* er designet for å fremme dybdelæring og progresjon. En lærer beskriver hvordan elevene opplever mestring når de får lov til å bygge på praktiske erfaringer og kunnskaper fra tidligere økter og hvordan dette hjelper dem til å fokusere på det faglige. Å oppleve mestring og bygge videre på det man har lært bidrar også til motivasjon:

*«Leksjon 1.4, Eksperiment med fenolrødt. Da denne økten skulle gjennomføres, hadde elevene allerede erfaring med å gjøre eksperimentet, og jeg erfarte at vi var mer effektive denne timen i forhold til da vi gjennomførte økt 1.2. Siden elevene hadde erfaring med eksperimentet, kunne de også ha mer fokus på å observere de kjemiske endringene og de var mer systematiske i forhold til å notere på forskerark. Fordeling av oppgaver innad i hver gruppe gikk også bedre nå som de visste hva de skulle og var mer trygge. Da vi jobbet med å avgrense spørsmål og lage hypoteser, var dette noe*

elevene greit kunne forstå og sette i sammenheng med egne erfaringer. Alle elevene ga tommel opp på slutten av timen og ga tydelig uttrykk for at de likte å gjøre eksperimenter».

En lærer<sup>2</sup> fra Oslo sier følgende om dybdelæring ett år etter at hun har deltatt på *Nøkler til naturfag*:

«Jeg merket da vi repeterte temaer til Osloprøven i naturfag at det elevene var tryggest på var kjemi, hvor vi hadde jobbet med forskerføtter-metoden. Det var tydelig forskjell på at de har lært med forståelse og ikke pugg. Andre temaer hvor vi hadde gått raskere gjennom og ikke i dybden var helt glemt. Dette synes jeg var et klart bevis på hvor viktig det er å ta seg god tid når man gjennomgår emner i naturfag, man har en tendens til å rushe gjennom fordi naturfag omfatter så mye. Elevene fikk høy skår på Osloprøven i naturfag og viste at de har opparbeidet seg en god evne til å resonnerer seg frem i spørsmål som de ikke har vært borte i tidligere».

Når elevene får tid til å bygge kunnskap bit for bit gjennom systematisk variasjon av lesing, skriving, praktiske og muntlige aktiviteter, har flere elever mulighet til å henge med. Denne læreren forteller at alle elevene i klassen forstår forskjell på atomer og molekyler:

«Økt 1.8 fungerte veldig bra. Det at det refereres til det samme forsøket på forskjellige måter slik at elevene kan bygge på det de allerede kan. Elevene lærte forskjell på atom og molekyl, binders på atomkortene = molekyl, enkeltkort = atom. Alle elevene fikk til dette, også de som er ansett som svake elever. Elevene skjønner periodesystemet, de sitter og prater sammen og forklarer hverandre. Forstår hvorfor H<sub>2</sub>O og CO<sub>2</sub> ikke står i periodesystemet.»

## Motivasjon og engasjement

Til slutt vil vi trekke fram at mange lærere forteller om motivasjon og engasjement hos elevene når de jobber med *Kjemiske endringer*. Her er tre eksempler:

«De har fått større interesse for kjemi. De gleder seg og etterspør når vi skal ha naturfag.»

«Det er mye snakk i garderoben etter timen om hva som skjedde i forsøkene, pluss at de prater om det hjemme. En elev som det ofte er problemer med å få til å gå på skolen, nektet å gå til tannlegen fordi han ville være med på naturfag – foreldrene måtte avlyse tannlegetimen.»

Det var fyrste økta innanfor emnet. Me skulle ha ein innføring i kva kjemi er, samt vise nokre eksempel. Elevane var utruleg engasjerte, og det kom mange forslag til kva kjemi er; "Kjemi er alt", "Kjemi er forsøk", "Kjemi og fysikk heng saman". Forventningane var høge og mange lurte på om dei skulle få gjere forsøk denne økta. Då dette var ei innføringsøkt, måtte me "skuffe" dei med at i dag blei det ein del teori. Me gjekk deretter gjennom heftet "Kjemiske reaksjonar overalt" og snakka deretter ein del om sikkerheit. På trass av skuffelsen over mangel på praktiske oppgåver vart dette ei utruleg bra økt. Elevane var spørjande og flinke til å komme med hypotesar. NN hadde blant anna med seg eit eple. "Kva vil skje med eplet om me deler det i to, og lar eine delen peike opp frå bordplata, medan den andre vert liggande ned? Vil det bli nokon forskjell?". Elevane hadde gode forslag. NN hadde og med seg eit stearinlys og ein brødristar. Begge deler oppmuntra til samtale om kor vidt det skjer kjemiske reaksjonar. Då me hadde brød i brødristaren, så stod elevane på stolane for å sjå kva som skjedde. Denne økta viser kor lite som eigentleg skal til for å skape gode og lærerike samtalar, samt forståing rundt kjemiske reaksjonar; eit eple, ein brødristar og eit stearinlys.

---

<sup>2</sup> Våren 2015 sendte vi ut et spørreskjema til lærere som deltok på *Nøkler til naturfag* våren 2014. Vi ønsket å finne ut om de fremdeles brukte noen av ressursene fra kurset og hvorvidt kurset hadde påvirket undervisningen deres.

## Oppsummering

Vi konkluderer at nettverksbygging mellom Naturfagsenteret, skolelaboratoriene, lærerutdanningene og vitensentrene har bidratt til å utvikle og etablere *Nøkler til naturfag* som et forskningsbasert kurskonsept av god kvalitet. Gjennom kontinuerlig erfaringsutveksling og egevaluering har kursdagene gjennom hele den treårige perioden blitt revidert og forbedret. Vi er svært fornøyd med å ha gjennomført 57 kurs på 33 ulike steder i Norge. 1192 kursdeltagere har fulgt *Nøkler til naturfag* og vi estimerer at nærmere 34 000 elever har fått erfaringer med temaet kjemiske endringer gjennom utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter.

Kursdeltagerne forteller at både kurset og undervisningsenheten *Kjemiske endringer* har bidratt til støtte og struktur i egen naturfagundervisning. Faglig påfyll, pedagogiske strategier, detaljert lærerveiledning og å få øve på aktiviteter under veiledning av kursholderne har bidratt til at mange opplever mestring som naturfaglærer. Kursdeltagerne forteller også om mestring og engasjement hos elevene og fremhever at elevene lærer begreper, arbeidsmåter i laboratoriet, lese og skrivestrategier osv. Flere lærere forteller at *Kjemiske endringer* bidrar til forståelse og dybdelæring hos elevene. Den største utfordringen for lærerne er tiden, da naturfag er et av fagene i grunnskolen med færrest timetall. På grunn av det systematiske arbeidet med lese- og skrivestrategier, dekker *Kjemiske endringer* også mange kompetansemål i norsk. Tidsutfordringen kan altså løses ved å samarbeide med norsklærere. Vi hører også at noen skoler velger å prioritere forskerdager eller forskeruke for å få gjennomført hele opplegget med *Kjemiske endringer*. Kanskje forskeruke av og til kunne være et alternativ til andre typer «uker» eller jule/sommerforestillinger?

## Implikasjoner

Vi avslutter denne rapporten med å omtale noen implikasjoner fra *Nøkler til naturfag*.

Vi som har vært kursholdere opplever at erfaringer fra *Nøkler til naturfag* har bidratt til at vi har utviklet oss og endret vår måte å undervise på. En kursholder uttrykte dette på avslutningssamlingen: *«Jeg synes det var mye terping til å begynne med, men min didaktiske kompetanse har økt betraktelig av å være med på dette.»*

Vi er blitt flinkere til å modellere undervisningsstrategier. Vi beskriver ikke strategier kursdeltagerne skal bruke med elevene sine, via en slide i powerpoint. Vi modellerer ved å bruke strategiene aktivt i vår egen undervisning på kurset, samtidig som vi ber kursdeltagerne innta rollen som elever. Mange av oss er blitt flinkere til å snakke mindre og involvere kursdeltagerne mer i samtaler. For eksempel, de første gangene vi introduserte strategien «Tenk-par-del», ramset vi opp alle fordelene med strategien. Nå modellerer vi først strategien, og så ber vi kursdeltagerne foreslå fordeler med strategien. Dette handler både om å involvere kursdeltagerne og å ta deres kunnskaper og kompetanser på alvor. Vi har erfart at slike små justeringer har stor effekt og bidrar til økt engasjement.

Mange kursholdere jobber med grunnskolelærerutdanning, ppu, masterutdanning eller *Kompetanse for kvalitet*. De forteller at *Nøkler til naturfag* har bidratt til at de har endret egen undervisning også overfor disse målgruppene. De innlemmer Forskerføttermodellen og ressurser fra *Forskerføtter og leserøtter* i større eller mindre grad. De har særlig økt fokus på utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter i undervisningen.

Noen regioner fortsetter å tilby *Nøkler til naturfag*, men nå må skoleeiere selv betale de faktiske kostnadene med kurset. Osloregionen annonserte for eksempel to kurs denne høsten og et kurs våren 2017. Bare vårkurset ble booket.

For Naturfagsenteret har *Nøkler til naturfag* bidratt med gode tilbakemeldinger på nettressursene fra *Forskerføtter og leserøtter*, hvilket i neste runde har ført til revideringer og forbedringer av kvaliteten, ikke bare av enheten *Kjemiske endringer*, men også av andre enheter. Kursdeltagerne har fortalt oss at det er behov for en *Forskerføtter* om elektrisitet. En slik enhet er nå under utvikling. De positive erfaringene til kursdeltagerne har også bidratt til at Naturfagsenteret nå utvikler ressurser for ungdomstrinnet, basert på *Forskerføttermodellen*.

Naturfagsenteret og lærerutdannerne som er involvert i *Nøkler til naturfag* er i ferd med å utvikle et fagdidaktisk etter- og videreutdanningskurs med lærerutdannere i naturfag som målgruppe. Naturfagsenteret har vært i kontakt med alle landets lærerutdanningsinstitusjoner og fått tilbakemeldinger om at det er behov for et slikt kurs. Kurset vil ha fokus på utforskende arbeidsmåter, grunnleggende ferdigheter, begrepslæring, vurdering og dybdelæring og ta utgangspunkt i ressursene fra *Forskerføtter og leserøtter*. Målet er at de faglige temaene i kurset skal knyttes til deltagerens forskning på egen praksis. Studieplan er under utarbeidelse og kursstart planlegges i mars/april 2017.

*Nøkler til naturfag* har også medført inspirasjon til et bokprosjekt med fokus på dybdelæring. Avtale er gjort med Universitetsforlaget.

Gjennom *Nøkler til naturfag* har vi samlet mye informasjon om kursdeltagerens positive erfaringer fra egne klasser når de benytter *Kjemiske endringer* for å fremme dybdelæring. Nå har vi behov for å besøke klasserom og systematisk samle informasjon om hva slags effekter dette har på elevenes læring. Naturfagsenteret vil derfor i november søke Forskningsrådet om støtte til videostudien *Deep Learning – from vision to classroom*.

## Referanser

- Barber, J. (2009). The Seeds of Science/Roots of Reading Inquiry Framework. Retrieved from [www.scienceandliteracy.org](http://www.scienceandliteracy.org) 08.10.2016.
- Barber, J., Pearson, Cervetti, Bravo, Hiebert, Baker, . . . Webb. (2007). *An integrated Science and Literacy Unit. Seeds of Science. Roots of Reading*. Nashville: Delta Education.
- Borko, H. (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72. doi: 10.1080/03057267.2011.549621
- Capps, D. K., Crawford, B. A., & Constat, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 291-318.
- Darling-Hammond, L., & McLaughlin, M. W. (1995). Policies that support professional development in an era of reform. *Phi Delta Kappan*, 76(8), 597-604.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(181-199).
- Erduran, S., & Jiménez Aleixandre, M. P. (Eds.). (2008). *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research*: Springer.

- Grønmo, L. S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., Aslaksen, H., & Borge, I. C. (2012). *Framgang, men langt fram. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2011*. Oslo: Akademika forlag.
- Haug, B. (2016). Begrepsforståelse og vurdering underveis i en utforskning. In M. Ødegaard, B. Haug, S. M. Mork & G. O. Sørvik (Eds.), *På forskerføtter i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Haug, B. S., & Ødegaard, M. (2014). From words to concepts. Teaching for conceptual understanding in a inquiry based science setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800. doi: 10.1007/s11165-014-9402-5
- Lagerstrøm, B. O., & Moafi, H. (2014). *Kompetanseprofil i grunnskolen (Vol. 30)*. Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- Mork, S. M. (2005). Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher role. *Nordic Studies in Science Education*, 1(1), 16-29.
- Sawyer, K. S. (2006). The new science of learning. In K. S. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*. (pp. 1-18). New York: Cambridge University Press.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2005). Et meningsfullt naturfag for dagens ungdom? *NorDiNa*, 1(2), 18-35.
- Stadler, M. G., & Jorde, D. (2012). Improving Science Education through European Models of Sustainable Teacher Professional development. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe. Retrospective and Prospective* (pp. 375-393). Sense Publishers.
- Sørvik, G. O., & Mork, S. M. (2015). Scientific literacy as social practice: Implications for reading and writing in science classrooms. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 268-281.
- Ødegaard, M., Frøyland, M., & Mork, S. M. (2009). *Budding Science and Literacy. Project description. Education2020– Norwegian Research Council*.
- Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2014). Challenges and Support When Teaching Science Through an Integrated Inquiry and Literacy Approach. *International Journal of Science Education*, 36(18), 2997-3020.
- Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2016). *På forskerføtter i naturfag*: Universitetsforlaget.
- Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2013). Students' understanding of nature of matter and chemical reactions - a longitudinal study of conceptual restructuring *Chemical Education Research and Practice*, 14, 450-467. doi: DOI: 10.1039/C3RP00027C
- Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2014). Elevers refleksjoner over naturvitenskapens egenart. *Acta Didactica Norge*, 8(1), Art 3.

## Vedlegg 1: Oversikt over prosjektdeltagere og institusjoner

Region	Lærerutdanning	Skolelaboratorium	Vitensenter	Naturfagsenteret
<b>Bergen</b>	Idar Mestad Kari Sælemyr	Frede Torsheim Olaug Vetti Kvam		
<b>Trondheim</b>	Berit Bungum Eli Munkeby	Maren Skjelstad Ellen M. Andersson Nina Aalberg	Martin Kulhawczuk Lars Pedersen Roy Even Aune	
<b>Tromsø</b>	Magne Olufsen Solveig Karlsen Mona Kvivesen	Margaret Dalseng Kjell Øystein Netland Julianne Iversen Carita Eira Varjola	Anne Bruvold	
<b>Innlandet</b>	Anne Holt Anne B. Øyehaug		Gry Anita Lunde	
<b>Oslo</b>	Liv Oddrun Voll	Brit Skaugrud Svein Tveit Karoline Fægri Carl Angell Ellen K. Henriksen	Aiyana Hudgins Jan A. Andersson	Sonja M. Mork Berit Haug Maria Gaare Dahl Rim Tusvik Kirsten Fiskum Jane Braute Mattis Eika

## Vedlegg 2: Eksempel på egevaluering av en kursdag i en region

	Kursted 1	Kursted 2
<b>Praktisk tilrettelegging, lokaler</b>	Brukte kjemilaben på lærerutdanningen. Lokalet er svært godt egnet. Utstyr til praktiske aktiviteter hadde NN klargjort på trillebord. Ellers gikk det greit med annet utstyr og med logistikk.	Brukte kjemilaben på lærerutdanningen. Lokalet er svært godt egnet. Utstyr til praktiske aktiviteter hadde NN klargjort på trillebord. Ellers gikk det greit med annet utstyr og med logistikk. Bytte av klasserom ble gjort i pause etter lunsj. Dette gikk svært bra. Utforsking 2 kan lett gjøres i vanlig klasserom.
<b>Velkommen</b>	Starta med ein kort demonstrasjon om trykk og faseovergangar (ballong i tett flaske med vandamp) der lærarane fekk lage seg hypotese om aktiviteten. (før velkommen) Aktiviteten fungerer både i høve til å diskutere begrepet hypotese, og til at lærarane får bruke partikkelmodellen til å forklare eit fenomen.	
<b>Erfaringsdeling</b>	Delte deltakarar inn i grupper med personar frå andre skular. Lærarane vart bedt om å først fokusere på kva som fungerte med utforsking 1. Kvar gruppe fekk dele erfaringar i plenum, og det som vart sagt vart skrive ned på Powerpoint (diverre sletta etter dagen). Det var stor aktivitet i gruppene med ein gong. Vi oppdaga raskt at diskusjonen fort også handla om utfordringar med opplegget. Det var og ein tendens til at enkelte lærarar holdt ordet lenge, slik at når vi skulle oppsummere i plenum hadde ikkje alle delt. Erfaringane tilsa at ein treng meir strukturering av denne økta også for å unngå for mykje tidsbruk til denne bolken.	Denne erfaringsdelinga fungerte slik vi hadde tenkt. Lærarane fekk tydeleg beskjed om å først diskutere kva som fungerte, og i tillegg bad vi dei om å passe på at alle i gruppa fekk fortelje. Plenumsdiskusjonen fekk fram mange gode poeng som vart skrive ned på powerpoint og som er lagra i dropbox. Lærarane sine erfaringar vart kopla til læreplan, og vi gjekk gjennom kva som var lekse til neste gong. Begrepet bevis vart spesielt trekt fram her.
<b>Partikkelmodellen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Repetisjon frå sist</li> <li>2. Partikkelmodell generell gjennomgang,</li> <li>3. Tre praktiske aktivitetar</li> <li>4. Faseovergangar</li> <li>5. Trykk med utgangspunkt i oppstartsdemonstrasjon.</li> </ol> <p>I repetisjonsdelen var kursdeltakarane spesielt interessert i gjennomgangen av kjemien bak VGG. Vi bestemte difor at på kurs 2 skal vi fortare gjennom dei andre ideane og dvelte litt ved repetisjon av VGG. Vi brukte meir tid enn planlagt her. Vi må diskutere om vi skal redusere eller forenkle aktivitanene. Og kutte ned på demonstrasjon av kolaboks i vann.</p> <p>Vi synes totalt sett at økta fungerer bra med fin veksling mellom teori, erfaring og samtale om hverdags erfaringer.</p>	Opplegget vart gjennomført som på kurs 1 med små endringer som gjorde at vi hadde bedre ro i gjennomgangen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Raskare repetisjon av det som ikkje hadde med VGG å gjere</li> <li>- Kutta ned ein demonstrasjonsøving. (colaboks i vatn)</li> <li>- fokuserte kun på fordamping i aktivitet om faseovergang.</li> </ul>
<b>Utforsking 2</b>	Vi starta opp med å vise heilheit i opplegget der dei ulike delane av utforsking 2 vart trukke fram. Her vart det mange idear som vart løfta fram på kort tid. Ut fra dette ønsket vi å endre denne delen med å bruke boka så tidleg som mogleg slik at kursdeltagerne selv fikk formulere de viktigste ideene i forskerens arbeidsmåte.	Denne gangen startet vi med å lese «Boken om bobler som sprekker». Lærerne skulle mens de las notere seg likheter mellom Peter og Amina sin utforsking og forskeren arbeidsmåte. Dette delte lærerne etter lesing slik at vi endte opp med en liste som ligner gangen i opplegget. Dette mener vi fungerte godt!
	Vi kom gjennom hele programmet, men det ble knapt med tid og det ble litt heseblesende. Det ble brukt for lite tid på	Denne delen var bedre strukturert enn kursdagen på kurs 1. Vi klarte å få en bedre veksling mellom de ulike sentrale begrepene



	<p>hvordan de skulle formulere hypotese. Kursdeltakerne var veldig fokusert på å gi teoretisk forklaring på spørsmålet sitt, og mindre fokusert på hypotese, planlegging og bruk av observasjoner, måleresultat. Dette er en utfordring med opplegget.</p>	<p>og lærernes bruk av forskningsark og aktivitet. Også i dette kurset ble det mye fokus på teoretiske forklaringer, men jeg tror det kom tydeligere frem at med elevene var det og viktig å fokusere på sammenlignende spørsmål, hypotese, planlegging, påstand og på å underbygge påstander.</p> <p>Kursdeltakerne gav og tilbakemelding på at det var litt forvirrende å bruke natron og eddik som demonstrasjon når de skulle lage spørsmål om VGG. (en gruppe lagde spørsmål og planla et systematisk forsøk om natron og eddik). Her må vi være svært tydelig, eventuelt kutter vi ut demonstrasjon med natron og eddik og fokuserer heller på VGG. Vi kom fint i havn med gode presentasjoner fra gruppene, og NN2 avsluttet med en fin kobling til læreplanen for mellomtrinnet ved å vise hvor relevant utforskning 2 er for forskerspiremålene. (dette gjorde vi og på kurs 1)</p>
<b>Oppsummering av dagen</b>	<p>Kursdeltakerne var aktive og interesserte. De hadde mange gode erfaringer fra utforskning i klasserommet. Vi kom gjennom Utforskning 2 men den delen var litt oppkavet/mye avbrudd/mange aktiviteter</p>	<p>Deltakerne virket ivrige etter å begynne på programmet med klassen. Oppsummeringen understreket forventningen til at det nå skal gjennomføres undervisning på skolene. Det var opptil 5 deltakere fra én skole med, noe som viser at det satses på programmet. 'Leksen' ble understreket. I oppsummeringsøkten markerte vi tydelig at vi nå diskuterte som kollegaer hvordan undervisningen skal omsettes til klasseromspraksis.</p>
<b>Program/arbeidsmengde</b>	<p>Kom på etterskudd i starten slik at vi fikk mindre tid til Utforskning 2. Enkelte deltakere måtte gå før på grunn av henting i barnehage. Dette gjorde og at vi fremskyndet programmet litt i tillegg.</p>	<p>Fungerte i hovedsak bra denne kursdagen selv om vi kom litt sent i gang med utforskning 2</p>
<b>Helhetsinntrykk/Hva bør justeres til neste gang/Tips til andre regioner</b>	<p><b>Justering:</b> Gjøre aktivitetene knyttet til partikkelmodellen enklere og mer fokusert mot partikkelmodellen.</p> <p>Trekke boken «Bobler som sprekker» frem tidligere og bruke innholdet mer aktivt i opplegget.</p> <p>Balansere de ulike delene av utforskning 2 bedre.</p> <p><b>Tips til andre:</b> -Undringsaktivitet i starten fungerte bra både til bruk av partikkelmodell, introduksjon av trykk og diskusjon om begrepet hypotese.</p> <p>Få fram hvordan utforskning 2 er nært knytta læreplanmåla for forskerspiren mellomtrinnet.</p>	<p><b>Justering:</b> Kutte ut natron og eddik-demonstrasjon?</p> <p><b>Tips til andre:</b> Bruke «Boka bobler som sprekker» mer aktivt i introduksjonsfasen.</p>

## Vedlegg 3: Kursevalueringsskjema

### Kursevaluering *Nøkler til naturfag 5.-7.trinn*

- 1) På hvilket/hvilke klassetrinn har du gjennomført Forskerføtterenheten *Kjemiske endringer*?
- 2) Hvor mange elever har du gjennomført opplegget med?
- 3) Hvilke økter har du gjennomført? Sett kryss i de grå feltene

Utforskning 1		Utforskning 2	
1.1 Kjemiske reaksjoner overalt 		2.1 Bobler som sprekker 	
1.2 Observer en kjemisk reaksjon 		2.2 Lag spørsmål du kan undersøke	
1.3 Skriv en instruksjon		2.3 Lag hypoteser og datatabeller	
1.4 Forsøk med fenolrødt		2.4 Lag utkast til instruksjon	
1.5 Forstå kjemiske reaksjoner		2.5 Forbedre instruksjonene	
1.6 Skriv en ny instruksjon		2.6 Utfør egne forsøk	
1.7 Introduser atomer og molekyler		2.7 Skriv forklaringer	
1.8 Hva skjer med atomene? 		2.8 Kommunisere kjemi 	
1.9 Lag modell av en kjemisk reaksjon		2.9 Forbered presentasjoner	
1.10 Ideer til nye spørsmål		2.10 Presenter forskerplakater	

- 4) Hva synes du elevene har lært fra *Kjemiske endringer*?
- 5) Hvis du skulle fortelle om Forskerføtter og leserøtter til en kollega som aldri hadde hørt om det, hva ville du si om:
- Hva som fungerte bra?
  - Hva som var utfordrende? ( gjerne med tips om løsninger)
- 6) Erfaringer fra kurset Nøkler til naturfag kommer til å påvirke min framtidige undervisning fordi...
- 7) Erfaringer fra kurset Nøkler til naturfag kommer **IKKE** til å påvirke min framtidige undervisning fordi...
- 8) Har du noen kommentarer til hvordan kurset er gjennomført?

Nei, jeg samtykker IKKE i at mine utsagn i dette skjemaet kan brukes i forskningssammenheng

**Tusen takk for at du deler dine erfaringer og på den måten hjelper oss til å forbedre kurs, nettsider og undervisningsmateriale!**

## Vedlegg 4: Publikasjoner og presentasjoner med utspring i prosjektet

### 2016

- Haug, Berit og Dahl, Maria G. (2016). Faglig forståelse gjennom utforskende naturfag. Foredrag og workshop på planleggingsdag for realfagskommunen Vestre Toten.
- Haug, Berit og Skår, Aud Ragnhild (2016): Naturfag for å lære språk - språk for å lære naturfag. Foredrag på fagsamling for lærere på Hagaløkka skole, Asker kommune.
- Haug, Berit og Skår, Aud Ragnhild (2016): Naturfag for å lære språk - språk for å lære naturfag. Foredrag på fagsamling for migrasjonspedagoger i Asker kommune.
- Mestad, Idar. (2016): Å lese, snakke og skrive utforskende. Presentasjon av kjemiske endringer, utforskning 1. Spor 3 i etterutdanningsprosjektet SPRÅKDIGG. 3. timers seminar arrangert av fagavdeling Bergen kommune for 80 realfaglærere i barne- og ungdomsskole, Rådalslien skole, 9. februar 2016.
- Mork, S.M. (2016): Utforskende arbeidsmåter. Planleggingsdag for barnehage og skule i Flora kommune 11. august 2016
- Mork, S.M. (2016): Fagtekster. Planleggingsdag for barnehage og skule i Flora kommune 11. august 2016
- Mork, S. M. (2016): Utforskende arbeid og GRF gir god læring og engasjerte elever. Realfagskommunesamling i regi av Utdanningsdirektoratet, 17.mars.
- Mork, S. M. (2016): Å lære naturfag gjennom språk. Naturfagkonferansen ved Høyskolen i Sør-Øst Norge, Tønsberg.
- Munkeby, E. (2016): Kjennetegn på utforskende læring og hvordan dette likner på det forskere gjør. Naturfagkonferansen ved Høyskolen i Sør-Øst Norge, Tønsberg.
- Munkebye, A. & Munkebye, E. (2016): Forskere og lesere i naturfag. Realfagskonferansen 2016. NTNU, Trondheim.
- Skår, Aud Ragnhild (2016): Vurdering, Samling for nasjonale sentre i regi av Utdanningsdirektoratet.

### 2015

- Mork, Sonja M. (2015): Dybde og progresjon gir mestring og motivasjon. Naturfag 1/15, s. 106-108.
- Mork, Sonja M. (2015): Grunnleggende ferdigheter. Lesing, skrijving og muntlig på barnetrinnet. Fagdag for lærere i Averøy kommune.
- Mork, Sonja M. (2015): Utforskende arbeidsmåter, lesing og skrijving. Fylkesmannens fagsamling, Bodø, 3.november.
- Mork, Sonja M. og Fiskum, Kirsten (2015): Kjemi og grunnleggende ferdigheter på barnetrinnet. Nordisk kjemilærerkonferanse, NTNU, Trondheim
- Mork, Sonja M. og Haug, Berit (2015): Dybdelæring. Læreres erfaringer med Forskerføtter og leserøtter. Presentasjon på Hellseminaret (Årskonferanse for naturfaglærerutdannere), november.
- Mork, Sonja M. og Haug, Berit (2015): Observasjon, slutning og evidens. Naturfagkonferansen, Oslo
- Mork, Sonja M. og Haug, Berit (2015): Depth and progression. Primary teachers' experiences from teaching an integrated inquiry based science and literacy curriculum. Presentasjon på ESERA 2015: European Science Education Research Association sin konferanse i Helsinki, 31.august-4.september.
- Sælemyr, Kari og Mestad, Idar (2015): Erfaringer fra et etterutdanningskurs «Nøkler til naturfag»

Les det, gjør det, si det, skriv det. Presentasjon på samling for naturfagutdannarar på Vestlandet, 5. og 6. mai.

Tusvik, Rim og Haug Berit (2015): Naturfag for å lære språk – naturfag for å lære språk. Nasjonal Tema-Morsmål konferanse 2015. HiOA 26.-27.november.

## **2014**

Haug, B., Tusvik, R. Gaare Dahl, M. og Langholm, G. (2014): «Fra hverdagsspråk til fagspråk». Flerspråklighet og naturfag. Morgendagens elever går i dagens barnehager. Konferanse i regi av fylkesmannen i Nord-Trøndelag.

Mork, S. M. og Braute, J. (2014): Boblende, Fargerikt, Hot. Naturfagkonferansen, Oslo.

Munkebye, E. 2014. «Gjør det, si det, les det og skriv det!». Realfagskonferansen 2014. NTNU, Trondheim

Munkebye, E. & Staberg, R. L. 2014. Lesing av naturfagtekster i småskolen – en kasusstudie knyttet til leselekser. Norsklæreren 3/2014

## Vedlegg 5: Omtale i policydokumenter

Omtale i «Tett på realfag» - strategiplan for realfag 2015–2019

### Utforskende aktiviteter og eksperimenter som utgangspunkt for læring

Naturfagsenteret har i prosjektet *Forskerføtter og leserøtter* utviklet en undervisningsmodell for læring i naturfag. Modellen kombinerer grunnleggende ferdigheter, sentrale begreper i naturfagene og utforskende aktiviteter. Kombinasjonen gir engasjement hos elevene, gode lærings situasjoner og god klasseledelse.

I en naturfagstime arbeider elevene med temaet *kjemiske endringer* etter modellen i *Forskerføtter og leserøtter*. Elevene skal finne ut hva som skjer når utgangsstoffer blandes. Først leser elevene om emnet i oppslagsbøker og ser en film. De forbereder sitt første forsøk ved å bruke et eget forskerhefte der de svarer på spørsmål og noterer underveis. Når elevene blander stoffene, observerer de temperaturendring, fargeendring og gassutvikling – tre kjennetegn på en kjemisk reaksjon.

Prosjektet varer i flere uker, og det er en tydelig progresjon i det faglige innholdet. Elevene leser tekster om atomer og molekyler, lager modeller av kjemiske reaksjoner, og de formulerer forskningsspørsmål, hypoteser og datatabeller. De planlegger og gjennomfører egne forsøk. Faglige begreper som *egenskap*, *bevis*, *observere*, *utgangsstoff* og *hypotese* går igjen. Elevene oppsummerer resultatene sine i en forskerplakat som skal presenteres på en forskerkonferanse.

Læreren oppsummerer: Læringen skjer ved at utforsking og eksperimenter vekker nysgjerrighet og leder til nye spørsmål. Elevene kan utvikle dybdeforståelse gjennom å snakke sammen, reflektere og diskutere, ved å hente inn ny kunnskap i bøker og på nettet, og ved å uttrykke kunnskapen skriftlig og muntlig.

Erfaringer fra Nøkler til naturfag omtales også i [NOU 2015: 8 Fremtidens skole. Fornyelse av fag og kompetanser](#) Se også omtale på naturfag.no: <http://www.naturfag.no/nyhet/vis.html?tid=2117523>

The screenshot shows the homepage of naturfag.no. The header includes the logo, navigation links like 'Om naturfag.no', 'Nyheitsbrev', 'RSS', and 'NATURFAGSENTERET'. A search bar is visible on the left. The main content area features a news article titled 'Begrepslæring - utgangspunkt for dybdelæring' dated 'TORS DAG 25. JUNI 2015'. The article discusses the use of Myklerud skole as an example for deep learning in science. Below the text are three small images showing students in a lab setting. To the right, there is a sidebar with a photo of a presentation titled 'Fremtidens skole' and a list of related content under 'BAKGRUNNSSTOFF'.

### Systematisk arbeid med begreper

Ludvigsenrapporten omtaler hvordan naturfagundervisningen på Myklerud fokuserer på få, men nøye utvalgte begreper over tid, f.eks. stoffer, bevis og observasjoner. Begrepene er viktige for forståelsen av både naturfaglig innhold og utforskende arbeidsmåter. I klasserommet har de laget begrepsvegg. Der skriver de opp sentrale begreper med definisjoner. Skolen jobber også systematisk med å gjøre elevene oppmerksomme på at begreper kan ha ulik betydning i naturfag og i dagligspråket.



For å utvikle så god forståelse av begrepene at de kan bruke dem riktig i nye sammenhenger, må elevene bruke begrepene over tid og i ulike aktiviteter. På Myklerud jobber elevene systematisk med de utvalgte begrepene når de leser, skriver, snakker og gjør praktiske utforskninger. Skolen erfarer at elevene har blitt bedre til å artikulere og stille relevante faglige spørsmål. Dermed er det lettere å få bekreftet om elevene har forstått eller ikke. Myklerud ønsker å overføre denne måten å jobbe på til andre fag og trinn.

[Nøkler til naturfag](#) er en nasjonal satsing koordinert av Naturfagsenteret og finansiert av Utdanningsdirektoratet. 15 gratis kurs arrangeres rundt om i Norge høsten 2015. Se [www.skolelab.no](http://www.skolelab.no) for mer informasjon og kurspåmelding.