

# ARGUMENT

## Allmenndannende realfag gjennom utforskning med ekte og nære tall

### 1. Overordnet idé

Vår innovasjon er Bergen kommunes tilrettelegging for elevers utforskning og bruk av måledata fra virkeligheten, kombinert med forskning på kompetanser knyttet til kritisk tenkning, argumentasjon og dybdeforståelse. For å øve opp disse kompetansene, skal elevene gå inn i problemstillinger knyttet til samfunnsaktuelle kontroverser hvor det inngår måledata.

Satsingsområdet for bergensskolen i 2016-2020 er "Læringskompetanse for det 21. århundre – målrettede og medvirkende elever". Plan for kvalitetsutvikling legger vekt på at elevene skal utvikle bred kompetanse, og forskningen i ARGUMENT er i tråd med dette. Bergen kommune har en solid satsing på realfag som er forankret på politisk nivå gjennom strategiplaner. Dette har gitt økonomisk handlingsrom og muligheten til å gjennomføre langsiktige tiltak. Alle skolene er tildelt digitalt utstyr, inkludert 47 værstasjoner med alle måledata tilgjengelig på Bergensveret.no. Det er etablert egne «forskerareal» på skolene som tilrettelegger for elevaktivt arbeid. Det er samtidig gjort et systematisk arbeid for å øke kompetansen hos lærere og skolene som organisasjoner. ARGUMENT kan øke verdien av denne satsingen, ved å forske på hvordan elevene kan utvikle viktige kompetanser. Vi vil utvikle innovative prosjekt og ressurser der elevene utvikler og bruker realfagkunnskap for å kunne tolke mønstre i måledata fra sin egen, nære virkelighet. Dataene kan genereres fra skolenes utstyr og målestasjoner, eller åpne kilder. Alle undervisningsressurser skal knyttes til problemstillinger med relevans utenfor skolesammenheng, og prosjektet vil tilrettelegge data med en grad av kompleksitet tilpasset elevenes nivå og faglige utforskning og diskusjon.

Elevenes analyser danner grunnlaget for å ta stilling til påstander, kontroverser og utfordrende problemstillinger. Dette er i tråd med stortingsmelding 28 (2015-2016), som vektlegger kritisk tenkning og argumentasjon som viktige element i kompetansebegrepet. Gjennom utforskende arbeidsmåter kan slike element utvikles (Sampson m.fl. 2011). På bakgrunn av Bailin m.fl. (1999) sin oppsummering av forskning på kritisk tenkning har vi formulert fem kompetanseområder for de innovative prosjektene:

1. Eleven skal sammen med andre kunne utforske måledata og problemstillinger, og kritisk vurdere tolkninger av måledataene.
2. Eleven skal i samarbeid med andre kunne videreutvikle egen kunnskap i fag og aktuell kontrovers gjennom deling, diskusjon og bruk i argumentasjon.
3. Eleven skal sammen med andre kunne vurdere argument og tolkninger i lys av data og egne kunnskaper i naturfag og matematikk.
4. Eleven skal i konkrete situasjoner kunne praktisere kritiske grunnideer som å kunne skille mellom samvariasjon og årsakssammenheng.
5. Eleven skal gjennom deltagelse i diskusjon av argumenter utvikle verdsetting av kunnskapsbaserte begrunnelser.

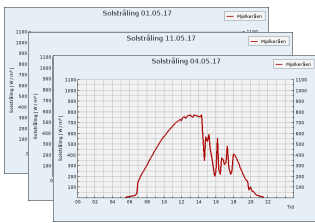


Figur 1: Kompetanseområder som prosjektet vil integrere og utvikle hos elevene.

Utvikling av evne til utforskning og kritisk vurdering av påstander og argument knyttet til kontroversielle problemstillinger er hovedkompetansen som skal fremmes, symbolisert ved blått felt. Oransje felt symboliserer kunnskapsområder som inngår i utforskning og kritisk vurdering av argumenter. Alle kompetanser knyttes dermed sammen gjennom at de ikke bare trenes separat, men utvikles gjennom arbeidsformer hvor elever utforsker og vurderer data, argumenter og sak. Kunnskapene i oransje felt omsettes til kompetanser gjennom utprøvende bruk i praktisk utforskning og deltagelse i diskusjoner og vurderinger. Kompetansene i grønt felt utvikles gjennom diskusjoner i grupper og i felles klasse der mangler i begrunn-

elser og soliditet blir aktualisert og diskutert gjennom det faglige fokuset i oppgaver og utfordringer.

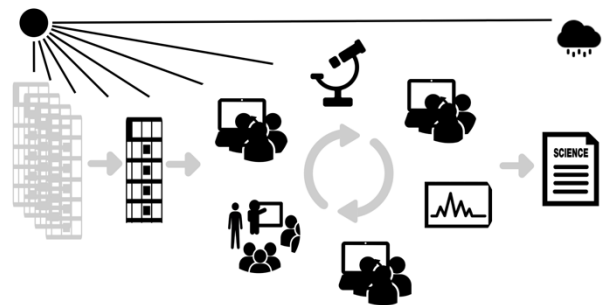
Et eksempel på en mulig kontrovers, er spørsmålet om det gir mening å bruke solceller til energiproduksjon i Norge. Elevene må da prosjektere et solcelleanlegg. De utforsker solcellenes effekt og bruksmåte med et lite anlegg i klasserommet og utenfor. På Bergensverket.no finner elevene data om innstrålt effekt til skolens værstasjon. Elevene må argumentere for solcellenes retning, helning, utbygd areal og forventet effekt. De



Figur 2: Eksempel på måleserie som viser solstråling.

tar også stilling til om solceller er en aktuell energikilde i Norge, i et bærekraftperspektiv, og begrunner sine vurderinger i fakta og egne beregning. I arbeidet sitt får elevene undervisning om, og erfaringer med, begreper og fenomener de må forstå (f.eks. energi, effekt og watt per kvadratmeter), de får støttestrukturer for skrivning og argumentering, de samles til plenumsdiskusjoner og oppklaringer, og de får støttende spørsmål for å komme videre. Forslag til løsning, løftes frem og drøftes. Gjennom tilrettelegging for refleksjon over arbeidsprosessen og erfaringer fremmes elevenes forståelse av bruk av data og argumentasjon i samfunn, vitenskap og kritisk tenkning.

I arbeidslivet og i demokratisk deltagelse vil argumentasjon og kritisk vurdering inkludere diskusjon med andre og bruk av tilgjengelige kunnskapsressurser. I opplæringen er det da ikke tilstrekkelig å fokusere på kunnskaper og forståelse av disse. Undervisningen må inkludere utprøvende bruk i virkelighetsnære situasjoner. Målet med innovasjonen er å fremme elevenes evne til å tolke og bruke ekte og nære data til å argumentere faglig og drøfte andres argumenter. Slik faglig og utforskende kompetanse vil elevene utvikle gjennom arbeid med samfunnsaktuelle kontroverser (Herheim & Johnsen-Høines, 2016; Kolstø, 2001) og fokus på dybdelæring (Bransford, Brown, Cocking, Donovan, & Pellegrino, 2000; epe Pellegrino & Hilton, 2012). Komplekse data og abstrakte faglige begrep og ferdigheter fremstår som krevende for mange elever. Bailin m.fl. (2016) hevder at kritisk tenkning må forstås som en utforskende praksis. I ARGUMENT vil elevenes forståelse av teoretiske fagbegreper og arbeid med komplekse data fremmes gjennom at de knyttes til konkrete observasjoner i små eksperimenter i klasserommet. Et sentralt element er at elevene ikke blir gitt ferdige tolkninger og begrepsforklaringer, men får oppgaver der de selv skal utvikle ideer til tolkninger og beskrivelser med utgangspunkt i data med kontraster og variasjoner som stimulerer til ideutvikling (Schwartz, Chase, Oppedo, & Chin, 2011). På denne måten oppnås forankring i egne observasjoner, forkunnskaper og erfaringer som er nødvendig for dybdelæring (Bransford m.fl., 2000).



Figur 3: Hovedelement i den utforskende arbeidsmåten: Komplekse ekte data tilpasses klassetrinn (til venstre). I klasserommet veksles det tett mellom induktive og uttestende faser med idegenerering, praktisk arbeid, begrunning av ideer og formulering av disse i tekst og diagram på små-tavler for effektiv presentasjon og diskusjon i samlet klasse, og tilbake i grupper for videreutvikling av ideer i lys av innspill og utfordringer. Til slutt skrives oppgaver med formulering av argumenter og forklaringer. Alle aktiviteter arbeides med i lys av kontroversen.

## 2. Innovasjonsgrad

Tall fra stadig flere datakilder gjøres tilgjengelig via nettet, mange med relevans for aktuelle samfunnsdiskusjoner. Men for at disse tallene skal bli meningsfulle, må elevene utvikle en forståelse for begrep og størrelser som inngår i datasettet. Vi vil utvikle undervisningsressurser der elevene opplever en klar sammenheng mellom primærdata (samlet inn av eleven/skolen) og sekundærdata (eksisterende datakilder). Elevene jobber med matematiske problemer knyttet til reelle data løst fra en lærebok og fasit, slik at de i større grad må bruke kritisk tenkning og diskusjon. Gjennom dette arbeidet utvikler de selv forslag til matematiske beskrivelser av interessante mønstre i måleserier. De får praktisk erfaring med å koble matematisk teori til de mer anvendte naturfagene. Slik innsikt danner grunnlaget for å argumentere faglig og drøfte andres argumenter. Vår innovasjon følger elevene hele veien, fra tall til kompetanse som er viktig i arbeidsliv og demokratisk deltakelse.

*Nyhetsenelementene* i innovasjonen ligger i det helhetlige perspektivet som kombinerer komplekse måleserier med elevenes egne data, kunnskaper i flere fag, dybdeforståelse, kritisk tenkning og argumentasjon relatert til aktuelle kontroverser. Dette har tidligere vært arbeidet med i enkeltprosjekter,

men det er nytt at en skoleeier integrerer alle elementene som er nødvendige for å oppnå denne type utforskende, erfaringsbasert læring. Vi gjør bruk av utstyr og "forskerrom", gjør ekte og nære data tilgjengelig for elevene, samarbeider med forskningsmiljøer, og integrerer dette i vårt langvarige arbeid med lærere og skoler for at det helhetlige perspektivet skal bli tatt i bruk i hele skoleløpet.

*Innovasjonens betydning i nasjonal og internasjonal sammenheng:* Prosjektets målsettinger er i tråd med signaler i Stortingsmelding 28 om dybdelæring og fagovergrepene knyttet til stikkord som å kunne lære, samhandle, delta, utforske og tenke kritisk og kreativt. Dette er kompetanser som vil prege de nye læreplanene som skal utvikles. Innovasjonen vil søke å forbedre og dokumentere arbeidet med elevenes kunnskaper og forståelse, kognitive og sosiale kompetanse, og kunnskap om egen læring, slik disse feltene er beskrevet i Education 2030 (OECD, 2015). ARGUMENT vil bidra til å forberede involverte skoler på kompetanser som vil bli vektlagt i fremtiden, og synliggjøre hvordan disse målene kan nås.

### 3. Verdiskapingspotensial

Det samlede verdiskapingspotensialet for prosjektet vurderes som stort for alle parter i prosjektet, men spesielt for elevene i grunnskolen. Innovasjonen vil gi kunnskap om hvordan elever kan utvikle kompetanse av stor verdi for arbeidsliv (OECD, 2015) og for demokratisk deltagelse (Stortingsmelding 28, 2015-2016), og dermed også av verdi for dem selv. Samtidig vil arbeidet med prosjektet utvikle lærernes praksis, og gi ny forståelse hos partene i UH-sektor. Momenter av særlig verdi i ARGUMENT:

- Ny viten om arbeidsformer som bidrar til elevers dybdekunnskap i bruk av målinger og observasjoner i matematikk og hvordan disse kan anvendes i naturfag.
- Kunnskap om metoder som styrker elevenes realfags- og forskningsforståelse.
- Undervisningsformer som øver elevene i argumentasjon og kritisk tenkning basert på data fra virkeligheten.
- Økt verdi av kommunens investeringer i utstyr og kompetanse, og et læringsfellesskap mellom lærerne som bidrar til utvikling av matematikk- og naturfagdidaktikk i bergensskolen.
- Erfaringer fra en ny samarbeidskonstellasjon som inkluderer forskere innen matematikk og naturfag både på UiB og HVL.
- Utvikle didaktisk praksis for ungdomstrinn som innebærer modellering av praksis for undervisning i barneskole, videregående skole og høyere utdanning.
- Undervisningsressurser som utvikles på Bergensveret.no og det nasjonale nettstedet vil gjøre det enkelt for alle lærere å ta i bruk de arbeidsmåtene som utvikles i prosjektet.

### 4. Forskningsbehovet

Innovasjonsprosjektet har som mål å utvikle elevers kompetanse knyttet til argumentasjon og kritisk vurdering i dagsaktuelle kontroverser, og utvikle lærernes kompetanse i å legge til rette for slik innovativ opplæring. Begrepet kompetanse bruker vi her i tråd med tenkningen utviklet i OECD sitt DeSeCo-prosjekt (Knain, 2005): «kompetanse er evnen til å mestre en kompleks utfordring eller utføre en kompleks aktivitet eller oppgave», og «Kompetanser viser seg (er observerbare) i handlinger som individer gjør i konkrete kontekster og situasjoner» (s. 49). Kompetanseutvikling forutsetter derfor at anvendelse i aktuelle situasjonstyper inngår i opplæringen (Bransford m.fl., 2000). I vårt innovasjonsprosjekt gjøres dette ved at elevene arbeider med autentiske måleserier, utforskende arbeidsmåter og argumenterende dialog og skriving. Da dette innebærer endring av vanlig undervisningspraksis (Hodgson, Rønning & Tomlinson, 2012), vil forskning være nødvendig på to områder: 1) sikre at implementering av innovasjonen kombineres med forskningsbasert kunnskap om læring og undervisning; 2) dokumentere effekter av innovative prosjekt på elevenes læring og identifisere prinsipper som kan brukes til utvikling av nye prosjekter.

*1. Forskning knyttet til utvikling og forbedring av innovative prosjekt:* Innovasjonen kan bare bli vellykket hvis vi kan få den til å fungere i praktiske undervisningssituasjoner. Innovative prosjekt vil bygge på fagdidaktisk forskning, men må samtidig bygge på erfaringer fra utprøvinger og fra praksisfeltet. Denne utfordringen vil prosjektet møte gjennom å bruke "Design-based research". Design-based research er relevant å bruke i situasjoner der teorier fra utdanningsforskning tyder på produktive effekter, men uten at det er godt nok forstått hvordan disse lar seg realisere i praksis (Sandoval & Bell, 2004). Dette er en metodisk tilnærming hvor en med utgangspunkt i teori designer innovativ undervisning, samtidig som en

re-designer underveis på grunnlag av fremvoksende erfaringer fra praktiske utprøvinger. I innovasjonsprosjektet innebærer denne tilnærmingen at forskerne vil være til stede både på arbeidsmøter med lærere og under selve undervisningen, bl.a. med henblikk på datainnsamling i form av videoopptak, notater, elevtester og undervisningsmateriale. Dette muliggjør utvikling av nødvendig innsikt og innspill fra lærere underveis. Forskning knyttet til praktisk utvikling av innovasjonen vil sikre at resulterende opplegg og undervisningsprinsipper er basert på *både* relevant teori og praksiserfaringer.

*2. Forskning knyttet til dokumentasjon av effekter på elevers og læreres læring:* ARGUMENT vil ikke forske eksplisitt på utvikling i læreres fagdidaktiske kompetanse, men vurdere denne gjennom å beskrive klasseromspraksis og utvikling i elevenes arbeidsmåter og resulterende kompetanser. Forskning på effekter på elevenes læring er nødvendig for å kunne legitimere videre spredning gjennom kommunens skoleutviklingsprogram. Undervisning i naturfag og matematikk inneholder ofte lite av samfunnsaktuelle kontroverser og den type data og arbeidsmåter disse krever. Utvikling av nødvendig kompetanse hos lærere i bergensskolen krever derfor også et grunnlag i forskningsbasert kunnskap om didaktisk tilrettelegging i innovative prosjekt. Valid vurdering av elevenes læring forutsetter at vi tar kompetansebegrepet på alvor. Prosjektene fokuserer på elevenes bruk av kunnskaper og ferdigheter i virkelighetsnære situasjoner med tilgang på ressurser og diskusjonspartnere. Vurdering av elevenes læring vil derfor fokusere på kvaliteter ved elevenes argumenter i diskusjoner og skriftlige produkt i situasjoner der de utforsker problemstillinger knyttet til kontroverser (Herheim & Johnsen-Høines, 2016). På denne måten vil forskningen undersøke innovasjonens verdi som reelt forberedende til demokratisk deltagelse.

Innovasjonsprosjektet skal også fremme analytiske ferdigheter og elevenes forståelse av aktualiserte begreper. For å få innsikt i denne delen av elevenes læring vil vi inkludere en skriftlig test i forkant og etterkant av utvalgte prosjekt. Denne forskningen vil samtidig kunne vise nye lærere hvordan oppleggene kan ha positiv effekt på elevenes læring i mer tradisjonell forstand. Forskning på elevenes resulterende ferdigheter knyttet til argumentering og dialog med bruk av autentiske data vil gi grunnlag for vitenskapelig artikler som muliggjør nasjonal og internasjonal spredning av innovasjonen.

## **5. Prosjektorganisering og samarbeid**

Bergen kommune vil bygge videre på et mangeårig samarbeid med fagmiljøene ved Universitetet i Bergen (UiB) og Høgskulen på Vestlandet (HVL). Prosjektet innebærer et unikt samarbeid mellom naturfagdidaktikere og matematikdidaktikere ved begge institusjoner. I tillegg involveres UiBs fagmiljø på meteorologi og klima, og skolelaboratoriets IT-kompetanse. Lærere på tre utvalgte ungdomsskoler vil delta i utvikling og utprøving av FoU-aktivitetene. Både kommunen og partene fra UiB bidrar med betydelig egeninnsats. FoU-arbeidet foregår i et tverrfaglig miljø, hvor fagdidaktikere fra fysikk, kjemi og matematikk står sentralt. Alle parter vil møtes jevnlig for å sikre fremdrift og gjensidig forståelse av ARGUMENT.

## **DEL 2: FoU-aktivitetene**

### **6. Mål**

Et viktig mål for forskningen er å undersøke elevenes læring. To utfordringer står her sentralt. Det ene er om elevene utvikler økt evne til å tolke og bruke måledata i argumentasjon og vurdering av argumentasjon. Det andre er om arbeidsmåter og oppgaver i prosjektet stimulerer elevene til å gå inn i ulike typer dialoger og argumenter (i grupper og i helklasse) som fremmer dybdelæring og evne til faglig utforskning. Forskningen vil derfor ha hovedfokus på to forskningsspørsmål:

1. Hva kjennetegner elevenes utforskende og kritiske kompetanser slik de kommer til uttrykk i elevenes dialoger og skriftlige produkt?
2. Hvilke analytiske ferdigheter og fagbegreper utvikler elevene gjennom de innovative prosjektene?

Dialog, tekst og grafiske representasjoner, innebærer synliggjøring av kompetanse og er både en læringsvei og læringens mål (Prain & Tytler, 2012) Kvalitet på elevenes dialoger, argument og produkter i ulike faser av utforskende arbeid vil derfor være det viktigste kriterium på at innovasjon, arbeidsmåter og oppgavetyper fungerer etter intensjonen. Vurdering av kvaliteter i elevenes argumentasjon vil bli sett i lys av lærernes tilrettelegginger i form av praktisk arbeid, støttestrukturer, oppgaver, spørsmål m.m. Forskning knyttet til forskningsspørsmålene vil gi kunnskapsgrunnlag for vurdering og forbedring av innovative prosjekt og identifisering av forutsetninger for suksess. Forskningen vil ha som hovedmål å utvikle kjennetegn på god

didaktisk tilrettelegging for suksess med innovasjonen som grunnlag for videre spredning og utnyttelse av innovasjonen. Dette inkluderer erfaringer med egnet kompleksitetsnivå på data som elever skal utforske. Forskerteamet i prosjektet, inkludert deres masterstudenter, vil fokusere på flere ulike delmål for å gi forskningsresultat som tilsammen gir en helhetlig vurdering av innovasjonen. Disse delmålene inkluderer:

1. Konsekvenser av innovasjonen og ulike arbeidsmåter og støttestrukturer på elevenes deltagelse i faglige dialoger, og hvordan disse utvikles i refleksivt samspill. (Lerman, 1994)
2. Endringer i elevenes kompetanser over tid.
3. Elevers bruk av evidens i faglig argumentasjon (von Aufschnaiter m.fl., 2008).
4. Elevers kreative ferdigheter knyttet til tilnærming til større datasett og bruk av varierte representasjoner (Andresen 2015; Prain & Tytler, 2012).
5. Elevenes bruk og forståelse av enheter, begreper, fakta og forkunnskaper

I den grad innovative prosjekter blir prøvd ut på ulike klassetrinn vil et mål være å bidra med innsikter i hvordan måledata må tilrettelegges for å være tilpasset ulike aldersgrupper.

Et mål for ARGUMENT er å bidra til utvikling av lærenes kompetanser gjennom deltagelse i et lærende fellesskap. I tråd med Bergen kommune sin plan for kvalitetsutvikling i bergensskolen «Sammen for kvalitet – læring» vil arbeidsformen i ARGUMENT bygge på innsikter fra forskning på skoleutvikling (Fullan, 2014) og læreres profesjonell utvikling (Clarke & Hollingsworth, 2002).

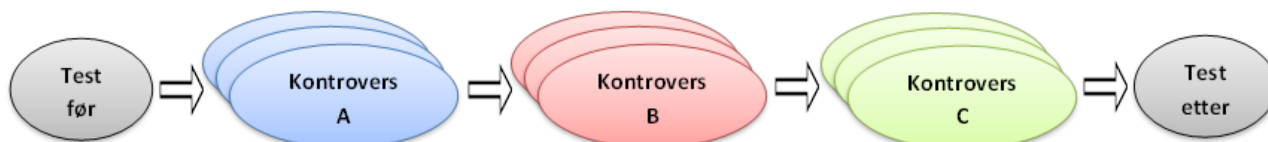
## 7. FoU-utfordring og -metode

Norske elever sin relativt lave skår på oppgaver i PISA-undersøkelsen i 2015 (Kjærnsli & Jensen, 2016) som krevde bruk av evidens i faglige argument tilsier behov for mer forskning på hvordan utvikle slik kompetanse i norske klasserom. De siste tiårene har det vært mye forskning på utforskende arbeidsmåter der elevene selv samler inn data (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007, Andresen 2013). Forskning på skriving av argumenterende rapporter tilsier at støttestrukturer i kombinasjon med diskusjonsfaser kan gi elever økt forståelse for vitenskapelig og kritiske tenkemåter (Keys, 2000). Vår innovasjon utvider slike arbeidsmåter ved å inkludere komplekse og kontrastfylte måledata som elevene ikke samler inn, men utforsker. I forskningen knyttet til innovasjonen vil vi avgrense til å fokusere på elevenes faglige dialoger og argumentasjon. Det er i dag et økende forskningfokus på bruk av argumentasjon og dialog for å fremme elevers læring og utforskning (von Aufschnaiter m.fl., 2008; Chin, 2007; Duschl m.fl., 2007; Klette, 2003; Mercer, Dawes, Wegerif, & Sams, 2004; Nystrand, 1997, Herheim & Johnsen-Høines, 2016). Et sentralt arbeid her er Mercer (2004) sin identifisering av lærerike eksplorerende samtaler. Nystrand (1997) har vist hvordan lærers bruk av autentiske spørsmål kan fremme flerstemmige samtaler og hvordan begreper fra Bakhtin sin teori om dialogisme kan inspirere til ny forståelse av læring gjennom dialog. Chin (2007) har vist hvordan ulike typer spørsmål kan fungere bestemmende på kvaliteten i klassesamtaler. Denne typen forskningsresultater vil bli inkludert i utvikling og analyse av innovative prosjekt, og vil samtidig bli videreutviklet gjennom våre analyser.

En utfordring vil være at norske lærere i stor grad synes å bruke lukkede spørsmål som følger strukturen spørsmål - svar - evaluering (Hodgson, Rønning & Tomlinson, 2012) - en kommunikasjonsform som typisk gir lav elevdeltagelse og lite utforskende og faglig fortsettende samtaler (Johnsen-Høines, 2009). Bruk av utforskende arbeidsmåter vil for noen derfor kunne kreve en kulturendring i bruk av spørsmål og oppgaver, og i lærernes tenkning om hvordan kunnskap kan utvikles elevene. For å fremme kulturendring hos samarbeidende skoler og lærere legger vi opp til planleggingsmøter med vekt på diskusjon av ideer, modellering av arbeidsmåter, og utprøving og diskusjon av erfaringer i flere runder.

*Forskningsdesign:* Utvikling av dybdeforståelse og kompetanser tar tid (NOU, 2015). Tilsvarende finner en metastudie at et skille mellom vellykket og mindre vellykket undervisning i kritisk tenkning var hvor mye tid en hadde brukt til dette (Niu, Behar-Horenstein, & Garvan, 2013). I ARGUMENT vil derfor minimum tre klasser gjennomføre tre innovative prosjekt. Disse tre innovative prosjektene vil fokusere på ulike faglige tema og ulike kontroverser og måledata. Tentativt har vi identifisert luftkvalitet, forekomst av ekstremvær og bruk av solceller i Bergen (gitt solinnstråling) som aktuelle kontroverser med rik tilgang på målinger. Samtidig vil arbeidsmåter og kompetansemål knyttet til utforskning og kritisk vurdering være de samme, slik at kompetanser kan utvikles over tid. Figur 4 viser hvordan ulike tema og kontroverser inngår i disse tre kjerneprosjektene og utprøves i tre ulike klasser på ulike skoler. Denne designen muliggjør også

sammenlikning på tvers av ulike kontroverser og klasser. De enkelte kjerneprosjektene vil bli utprøvd i andre klasser først før bruk i prosessen vist i figur 4.



Figur 4: Figuren viser hvordan tre kjerneprosjekt vil bli utviklet og prøvd ut i tre klasser og skoler, med tester før og etter.

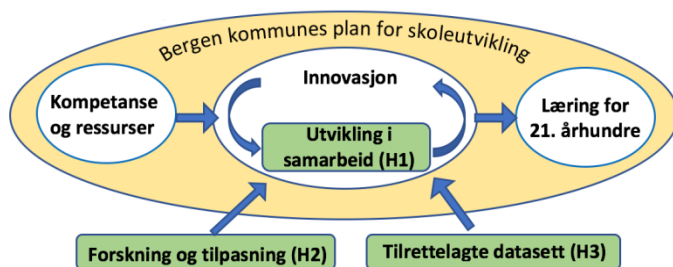
For å kunne identifisere effekter av de innovative prosjektene vil vi i forkant og i etterkant av gjennomføringen av de tre kjerneprosjektene lage situasjoner hvor vi kan vurdere elevenes utforskende og kritiske kompetanser (jf. *Test før* og *Test etter* i figur 4). Her vil elevene jobbe i grupper, og få oppgaver og kontekst (i form av en kontrovers med tilrettelagte måledata) med størst mulig likhet til det de skal arbeide med. Arbeidsmåtene vil likevel være noe forskjellige da dette ikke er opplæringsituasjoner. For eksempel vil deling og diskusjon av ideer og resultater i samlet klasse derfor ikke inngå. Faglige tema i testene skal velges ut fra det elevene har jobbet med i undervisningen slik at ikke mangel på faglig begrepsforståelse hindrer dem i å vise sine utforskende og kritiske kompetanser.

*Forskning på dybdeforståelse og analytiske ferdigheter:* Gjennom prosjektets andre forskningsspørsmål vil fokuset på kompetanser bli supplert med en skriftlig undersøkelse av elevenes fagkunnskaper og ferdigheter knyttet til analyse av påstander basert på presenterte data. Vi vil her utvikle testoppgaver med rike data og kontekster inspirert av PISA-undersøkelsene. Gjennom slike oppgaver mener vi at dybdeforståelse av matematiske og naturfaglige begreper og ferdigheter kan avdekkes. Tester vil bli utviklet og brukt når innovative prosjektet er blitt forbedret etter en eller to sykluser med utprøving og forbedring.

*Datagrunnlag og analyse:* Innsikt i elevenes kritiske tenkning og argumentasjon krever rikt datatilfang. Gjennom bruk av kamera som fanger opp klasse og tavlebruk og mikrokamera festet på enkelte elever får vi tilgang til dialoger samtidig som vi kan observere kontekstelementer nødvendig for å forstå hva det samtales om. Slike videoopptak vil bli supplert med kopi av elevprodukter (tekst og grafiske representasjonsformer på papir og på datamaskin), test- og prøvebesvarelser og logget informasjon om elevenes nedlastinger av websider med ulike typer måleserier og informasjon. Innsamlede data vil i all hovedsak være kvalitative. I analyser vil vi delvis bruke etablerte kategorisystem, eksempelvis Mercer sine kategorier for ulike dialogtyper. Slike ferdige kategorisystem er også velegnede for masterstudenter som ønsker å bli knytt til prosjektet. I andre analyser vil vi bruke "konstant sammenliknende metode" (Strauss & Corbin, 1990) for å utvikle beskrivelser og nye kategorier med utgangspunkt i data.

## 8. Prosjektplan

a) Hovedaktiviteter ("arbeidspakker") i prosjektet



Figur 5: Innovasjonen skjer innenfor «Plan for kvalitetsutvikling i bergensskolen». Prosjektet tilfører forskningsdrevet, profesjonell utvikling i et direkte samarbeid mellom lærere, forskere og skoleledelse. H1 er et felles, profesjonelt utviklingsarbeid av undervisningsprosjekt. H2 er utvikling av innovative prosjekt og undervisningsforskning. H3 tilrettelegger data slik at de gir grunnlag for god undervisningen. H4 (ikke del av figuren) sikrer at mange får ta del i resultatene av prosjektet.

### H1: Faglig utvikling av undervisningsressursene (leder: Janneke Tangen, Bergen kommune)

*Faglig innhold:* Utvikling av fagdidaktikk og undervisningsressurser for skolene.

*Fou-kategori:* Eksperimentell utvikling.

*Leveranser:* Utvikle undervisningsopplegg med tilhørende undervisningsressurser. Arbeidet vil bygge på deltageres erfaringer fra prosjekter som Leselos, ElevForsk (Knain & Kolstø, 2011), Energi prosjektet (Thorsheim, Kolstø, & Andresen, 2016) og kjente prinsipper for videreutvikling av lærerkompetanse (Fullan, 2014). Det vil etableres en utviklingsgruppe bestående av lærere fra grunnskolene, forskere fra UiB og HVL

og rådgivere fra Fagavdeling barnehage og skole, Bergen kommune. Alle deltar i utvikling, utprøving og evaluering av undervisningsoppleggene. Gruppens arbeid er førende for utviklingen av åpne nettbaserte undervisningsressurser. På grunnlag av innspill fra lærere, skoleledelse og forskere fra hovedutprøvingen gis innovative prosjekt en endelig formulering som ressurs for videre spredning. Arbeidet i H1 inkluderer også identifisering og formulering av prinsipper som støtte for skolefelleskap som skal utvikle og gjennomføre nye innovative prosjekt samt erfaringsbaserte prinsipper for hvordan store dataserier kan gjøres tilgjengelige og stimulerende for elever.

*Ansvarlig prosjektpartner:* Bergen kommune

*Kostnad:* 3.576.000

## **H2: Klasseromsforskning (leder: Stein Dankert Kolstø, UiB)**

*Faglig innhold:* Utvikle kunnskap om effekter av elementer i den innovative undervisningen på elevenes deltagelse, dialoger og argumentering.

*Fou-kategori:* Eksperimentell utvikling.

*Leveranser:* H2 har som hovedoppgave å bidra til utvikling og kvalitetsvurdering av innovative undervisningsopplegg gjennom følgende aktiviteter:

- utvikle detaljerte spesifikasjoner for behov for data fra ulike faser av prosjektet
- bidra med teoretiske perspektiver i utviklingsfaser - i samspill med innspill fra skoler og kommunen
- samle inn nødvendige data fra utprøvinger og sikre forsvarlig lagring av disse
- etterspørre og føre logg over læreres erfaringer og innspill og spille disse inn i utviklingsfaser i H1
- analysere data fra utprøvinger og spille observasjoner, resultater og hypoteser tilbake til H1
- i samarbeid med lærere utvikle tester til bruk i for- og etterkant av utprøvinger
- i samarbeid med lærere utvikle gruppe- og casebasert undersøkelse av elevers utforskende, kritiske og argumenterende kompetanser til bruk i for- og etterkant av hovedutprøvingen
- identifisere kjennetegn på vellykket implementering av innovasjonen for videre spredning
- formidle resultater av forskning til lærere gjennom tidsskrift, konferanser og seminarer (Jf. H4).
- produsere forskning av høy kvalitet for publisering i internasjonale tidsskrift (jf. H4).

PhD-stipendiaten knyttet til prosjektet vil stå for en viktig del av forskning og publisering, spesielt gjennomføring av analyser fra hovedutprøvingen. Deler av forskningen vil bli utført av masterstudenter veiledet av forskere knyttet til prosjektet. Forskereteamets brede sammensetning gir et robust miljø som sikrer at alle viktige perspektiv blir dekket og hvor ideer kan få faglig tilbakemelding.

*Ansvarlig prosjektpartner:* Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen.

*Kostnad:* 5.494.000

## **H3: Teknisk utvikling av undervisningsressursene (leder: Brage Førland, Skolelaboratoriet, UiB)**

*Faglig innhold:* Utvikling av verktøy for å finne, visualisere og hente ut data fra skolenes værstasjoner.

*Fou-kategori:* Eksperimentell utvikling.

*Leveranser:* Videreutvikle presentasjoner av måledata fra Bergensveret.no slik at elevene kan utforske og sammenligne data, ved bruk av grafer, kart og tabeller. Elevene skal kunne filtrere data for å komme frem til det utvalget de vil undersøke nærmere, og laste ned valgte datasett for videre arbeid. Det skal utvikles eksempler som inspirerer til å gå dypere ned i datamaterialet for å finne årsaker og sammenhenger og synliggjøre koblinger mellom skolenes egne data og nasjonale/internasjonale datasett. Presentasjon av kontrastfylte data skal inspirere elevene til nærmere utforskning, og det skal legges til rette for faglig fordypning. Bergensveret.no skal levere aggregerte data og nye presentasjoner av data tilpasset arbeidsoppgavene i hovedaktivitet H1 og H2. Undervisningsressursen skal utvikles i tråd med erfaringer fra utprøvinger og anbefalinger fra forskningsdelen. Det etableres en ny, nasjonal nettside basert på erfaringene fra Bergensveret.no, med måledata fra skolers værstasjoner i alle deler av landet.

*Ansvarlig prosjektpartner:* Skolelaboratoriet i realfag, Universitetet i Bergen.

*Kostnad:* 1.689.000

## **H4: Spredning og formidling mot skoler og lærere (leder: Renate Jensen, Bergen kommune)**

*Faglig innhold:* Spre erfaringer og ressurser fra prosjektet. *Fou-kategori:* Eksperimentell utvikling.

*Leveranser:* Alle skoler i Bergen skal få ta del i ARGUMENT. Prosjektet vil inngå i kommunens kontinuerlige kvalitetsarbeid, inkludert workshops for lærere og aktiviteter i planen "Sammen for kvalitet - læring". Her skal ikke bare resultatene formidles, her vil vi aktivt bruke arbeidsformene i prosjektet for å inspirere

lærere til å lage egen undervisning på alle trinn i skoleløpet. Forskerne vil formidle resultatene fra prosjektet gjennom artikler og konferansepresentasjoner, og Skolelaboratoriet vil spre erfaringene fra prosjektet gjennom sitt nasjonale nettverk. Bergen kommune vil formidle fra prosjektet i sitt interkommunale samarbeid med de 10 største kommunene i Norge, og involverte lærere og forskere vil formidle fra prosjektet på Naturfagkonferansen, NKUL og Matematikksenterets novemberkonferanse.

*Ansvarlig prosjektpartner:* Bergen kommune

*Kostnad:* 506.000

b) Sentrale milepæler for FoU-aktivitetene

**M1:** Våren 2018: Utviklingsgruppen etableres og det arrangeres møter for utvikling av felles tenkning om prosjektet. De involverte lærerne inviteres til kurs og nettverkssamlinger for å teste ut og bli trygg på fagdidaktikk og bruk av utstyr som inngår i realisering av innovasjonen. Stipendiat blir tilsatt (juni).

**M2:** Skoleåret 2018/2019: Detaljert utvikling, utprøving og underveisevaluering av de tre testprosjektene. Utvikling av åpne nettbaserte undervisningsressurser. Samlinger med lærerne.

**M3:** Skoleåret 2019/2020: Gjennomføring av tre forbedrede innovative prosjekter med elever i 8. Klasse på kjerneskolene, med progresjon i de tre undervisningsforløpene.

**M4:** Skoleåret 2020/2021: Innspill fra lærere, skoleledelse og forskere fra hovedutprøvingen danner grunnlag for en endelig formulering av de innovative prosjektene, som blir en ressurs for videre spredning.

**M5:** Høst 2021: Det etableres et nasjonalt nettsted etablert på erfaringene fra ARGUMENT.

## 9. Ansvar og roller i gjennomføring av FoU-aktivitetene

Bergen kommune leder prosjektet og koordinerer H1. Institutt for fysikk og teknologi, UiB vil lede forskningsdelen og veilede stipendiaten. Stipendiatens arbeid vil inngå som en viktig del av H2, sammen med forskere fra Matematisk institutt og Kjemisk institutt. Geofysisk institutt er fagmiljø på meteorologi og klima, og vil bidra med kvalitetssikring av data og utvikling av undervisningsressurser. Skolelaboratoriet i realfag vil ha ansvar for utviklingen av Bergensveret.no, og forskere tilknytt ARGUMENT vil knytte masteroppgaver til prosjektet. Lærere ved de tre ungdomsskolene vil delta i utviklingen av kjerneprosjektene samtidig som interesserte lærere ved andre skoler vil kunne prøve ut prosjekt.

Partner	Navn på partner	Ansvarlig for hovedaktivitet:	Deltar også i hovedaktivitet:
P1	Bergen kommune	H1, H4	H2
P2	Inst. for fysikk og teknologi, UiB	H2	H1
P3	Skolelaboratoriet i realfag, UiB	H3	H1, H4
P4	Geofysisk institutt, UiB		H1, H3, H4
P5	Matematisk institutt, UiB		H1, H2, H4
P6	Kjemisk institutt, UiB		H1, H2, H4
P7	Matematikk fagdidaktikk, HVL		H1, H2, H4
P8	Naturfagseksjonen, HVL		H1, H2, H4
P9	Sandgotna skole		H1
P10	Mjølkeråen skole		H1
P11	Ytrebygda skole?		H1

## 10. Kostnader og finansiering per utførende og finansierende partner (i 1000 kroner)

Partner	Navn på partner	Totalt kostnader til FoU-aktiviteten	Egenfinansiering fra partner
P1	Bergen kommune	2250	1567
P2	Inst. for fysikk og teknologi, UiB	4469	922
P3	Skolelaboratoriet i realfag, UiB	2281	1001
P4	Geofysisk institutt, UiB	750	670
P5	Matematisk institutt, UiB	636	556
P6	Kjemisk institutt, UiB	629	549
P7	Matematikk fagdidaktikk, HVL	50	



P8	Naturfagseksjonen, HVL	50	
P9	Sandgotna skole	50	
P10	Mjølkeråen skole	50	
P11	Ytrebygda skole?	50	

### 11. Øvrige samarbeidsrelasjoner for FoU-aktivitetene

Bergen kommune deltar i et interkommunalt samarbeid med de 10 største kommunene i Norge gjennom ASSS (Aggregerte Styringsdata for Samarbeidende Storkommuner). Det er etablert en undergruppe som jobber spesielt med digitalisering og IKT-støttet læring. Vi samarbeider også med fagpersoner i de andre kommunene som jobber med realfag. Arbeidet med ARGUMENT vil bringes inn i dette samarbeidet.

## DEL 3: Realisering av innovasjonen og utnyttelse av resultater

### 12. Plan for realisering av innovasjonen

FoU-delen av prosjektet vil endre undervisningsressursene gjennom flere sykluser. Ved at innovasjonen er en integrert del av kommunens skoleutviklingsprogram, blir satsingen omsatt i konkret undervisning på en systematisk måte. Arena for spredning vil være samlinger, skolebasert utviklingsarbeid, grupper for erfaringsdeling, etablerte realfagsnettverk, realfagspartnerskapet på UiB, faglig-pedagogisk dag og etter- og videreutdanningskurs både ved UiB og HVL. Nasjonale arenaer vil inkludere å skrive i Tangenten, formidle på naturfagkonferansen og matematikksenterets novemberkonferanse, NKUL, Læringsfestivalen ved NTNU, presentasjoner for Realfagskommuner og gjennom LAMIS. Internasjonalt vil spredning skje gjennom internasjonale tidsskrifter og nettsteder (NOMAD).

### 13. Risikoelementer

Vårt klare mål om at arbeidsformene fra prosjektet skal nå ut til alle elever i Bergen kommune, er selvsagt forbundet med den utfordringen som alltid ligger i implementering av nye undervisningsformer i skolen. Vi har lang erfaring fra systematisk arbeid mot skolene, og mener vi har gode forutsetninger for å håndtere den risikoen. Det er helt nødvendig at undervisningsressursene utvikles i tide for å kunne gjennomføre forskningen, og prosjektledelsen vil legge vekt på å sikre god fremdrift. Prosjektet har høy grad av egenfinansiering, og liten økonomisk risiko.

### 14. Øvrig samfunnsøkonomisk nytteverdi

Prosjektet adresserer kompetanser som er sentrale i Stortingsmelding 28 (2016-2016). Forskning på hvordan elever utvikler disse kompetansene vil være verdifull i store deler av utdanningssektoren. I tillegg vil de konkrete undervisningsressursene (inkludert en nasjonal nettside med værstasjoner) gjøres tilgjengelige for skoler i hele landet, slik at skoler kan ta utgangspunkt i tilgjengelige data og aktuelle problemstillinger, og utforme undervisning etter modellene i ARGUMENT. Vi mener at dette vil føre til kompetanse som vil være etterspurt og nødvendig i framtidig yrkes- og samfunnsnivå og dermed av samfunnsøkonomisk betydning.

### 15. Formidling og kommunikasjon

Resultater av FOU-arbeidet vil bli publisert i internasjonale tidsskrifter, både innenfor naturfagdidaktikk og matematikdidaktikk. I tillegg vil resultater fra prosjektet bli presentert på norske konferanser for lærere og lærerutdannere (Naturfagkonferansen og Matematikksenterets novemberkonferanse) og i de norske tidsskriftene Naturfag og Tangenten. De nettbaserte undervisningsressursene vil være tilgjengelig for alle norske skoler, og vil gjøres kjent gjennom kurs for lærere.

## DEL 4: Øvrige opplysninger

### 16. Miljøkonsekvenser

Prosjektet har ikke direkte fysiske miljøkonsekvenser. Men det ligger potensielt store positive miljøkonsekvenser i at elever opparbeider kompetanse i å bruke miljødata som grunnlag for argumentasjon og diskusjon.

### 17. Etikk

Prosjektet vil ivareta barn og unges særlige krav om beskyttelse og personvern og stå i dialog med Norsk Senter for forskningsdata om dette. Forskningsprosjektet vil meldes til personvernombudet for forskning, og utvikling av nettbaserte ressursene vil skje etter datatilsynets retningslinjer for håndtering av persondata. Utover dette ser vi ingen åpenbare etiske problemstillinger forbundet med prosjektet.

## 18. Rekruttering av kvinner, kjønnsbalanse og kjønnsperspektiv

Prosjektet har god representasjon fra begge kjønn. Prosjektleder er kvinne.

### Referanser

- Andresen, M. (2013). European Aims to Stimulate Inquiry in School Mathematics. I B. Grevholm (Red.), *Nordic research in didactics of mathematics: Past, present and future*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Andresen, M. (2015). Students' Creativity in Problem Solving. *Acta Mathematica Nitriensia* 1(1), 1-10.
- Bailin, S., & Battersby, M. (2016). Fostering the Virtues of Inquiry. *Topoi-an International Review of Philosophy*, 35(2), 367-374.
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R., & Daniels, L. B. (1999). Conceptualizing critical thinking. *J. of Curriculum Studies*, 31(3), 285-302.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R., Donovan, M. S., & Pellegrino, J. W. (Red.). (2000). *How people learn. Brain, Mind, Experience and School*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Red.). (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: National Research Council / The National Academies Press.
- Fullan, M. (2014). *Å dra i samme retning – Et skolesystem som virker* (S. Sandengen, Trans.). Oslo: Kommuneforlaget.
- Herheim, R. & M. Johnsen-Høines (2016). *Matematikksamtaler – Analyse av matematikk, samtale og læring*. Bergen: Caspar Forlag.
- Hodgson, J., Rønning, W., & Tomlinson, P. (2012). *Sammenhengen Mellom Undervisning og Læring. En studie av læreres praksis og deres tenkning under Kunnskapsløftet* NF-rapport nr. 4. Bodø: Norlandforskning.
- Johnsen-Høines, M. (2009). Dialogical inquiry in practice teaching. *Nordisk matematikdidaktikk, NOMAD*, 14(1), 39–60.
- Keys, C. W. (2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 676-690.
- Kjærnsli, M., & Jensen, F. (Red.). (2016). *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Klette, K. (2003). Lærernes klasseromsarbeid: Interaksjons- og arbeidsformer i norske klasserom. I K. Klette (Red.), *Klasserommets praksisformer etter Reform 97. Rapport nr. 1* (pp. 39-77). Oslo: Pedagogisk forskningsinstitutt.
- Knain, E. (2005). Definerings og valg av kompetanser - DeSeCo. *Norsk pedagogisk tidsskrift*(1), 45-54.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (Red.). (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Lerman, S. (1994). Changing focus in the mathematics classroom. I S. Lerman (Red.), *Cultural perspectives on the mathematics classroom* (pp. 191-213). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
- Niu, L., Behar-Horenstein, L. S., & Garvan, C. W. (2013). Do instructional interventions influence college students' critical thinking skills? A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 114-128.
- NOU 2015: 8 *Fremtidens skole: fornyelse av fag og kompetanser*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Nystrand, M. (1997). *Opening dialogue: Understanding the dynamics of language and learning in the English classroom*. New York: Teachers College Press.
- OECD. (2015). *Education 2030 Project Proposal*. Paris: OECD Publishing.
- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. www.nap.edu: National Academy of Sciences.
- Prain, V., & Tytler, R. (2012). Learning Through Constructing Representations in Science: A framework of representational construction affordances. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2751-2773.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199-201.
- Schwartz, D. L., Chase, C. C., Opezzo, M. A., & Chin, D. B. (2011). Practicing Versus Inventing With Contrasting Cases: The Effects of Telling First on Learning and Transfer. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 759–775.
- Stortingsmelding\_28. (2015-2016). *Fag - Fordyping - Forståelse*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*. Newbury Park, California: Sage.
- Thorsheim, F., Kolstø, S. D., & Andresen, M. U. (2016). *Erfaringsbasert læring. Naturfagdidaktikk*. Bergen: Fagbokforlaget.
- von Aufschnaiter, C. v., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 101–131.