

# Prosjektbeskrivelse: Representasjon og deltakelse i naturfag (REDE)

## DEL 1: Innovasjonen

### 1. Overordnet idé

Faglige tekster uttrykkes i ulike representasjonsformer: Tale, skrift, bilder, diagrammer, grafer, tabeller, matematiske uttrykk og simuleringer. Representasjonsformer<sup>1</sup> er knyttet til ulike arbeidsmåter og metoder i fag. Det å beherske dem i tekster i ulike sjangre og formål er en viktig del av det å være kompetent fagperson. Ulike representasjonsformer kan også representere ulike innganger til fagstoff og fagtekster for elever, og har potensiale til å øke elevers deltakelse i faglige samtaler. Innovasjonen i REDE er nettressurser som skal støtte lærere og lærerstudenter i å arbeide med representasjoner i ulike fag. Vi knytter innovasjonen til naturfag på ungdomstrinn og VG1, men bruksområdet vil kunne utvides til bl.a. de andre naturfagene<sup>2</sup> og samfunnsfagene.

Innovasjonen, REDEtil<sup>3</sup>, skal bestå av fire deler, eller moduler. Tre av modulene retter seg mot undervisning i skolen: 1. Begrepslæring, 2. Arbeid med komplekse miljøutfordringer og sosiovitenskapelige kontroverser, og 3. Fagets egenart. De tre modulene favner hele spektret hensikter i naturfag (naturfag som begrepskunnskap, naturfag som prosess, og naturfag for deltakelse i ulike samfunnsarenaer) (Sjøberg, 2009). Hver modul skal bestå av: 1. Didaktisk modell som omfatter undervisningsprinsipper, sentrale representasjoner i spesifikke tema, maler for skriveoppgaver, samarbeidsverktøy (også digitale), vurderingsverktøy (inkludert før- og etter prøver som utvikles i FoU delen), (Erik Knain, Bjønness, & Kolstø, 2011) 2. Konkrete undervisningsopplegg i spesifikke tema knyttet til mål i læreplanen. 3. Suksessfaktorer og kritiske momener i bruk av den didaktiske modellen. 4. Videoklipp som illustrerer viktige prinsipper i design av undervisningen. Nettressursen som skal utvikles vil bli laget med profesjonelt publiseringsverktøy (f.eks. Flippingbook.com) som skal sikre enkel og problemfri bruk på tvers av ulike plattformer (pc, mac og ulike mobiltelefoner).

En fjerde modul lages for lærerutdannere og skal inneholde designprinsipper og konkrete eksempler på hvordan modulene 1-3 kan undervises på campus, og brukes av lærerstudenter i praksis i skolen i sammenheng med undervisning på campus.

### 2. Innovasjonsgrad

REDE prosjektet går inn i programplanens temaområder A: Læringsprosesser, vurderingsformer og læringsutbytte og B: Praksis, profesjonsutøvelse og kompetansehandling. De fire modulene som skal utvikles vil til sammen fremme «kunnskapsbasert praksis og utviklingen av verktøy, systemer eller modeller som som kan fremme kunnskapsbasert praksis» (s. 18).

Innovasjonen innebærer nyvinninger i måter å skape sammenheng mellom fagdidaktisk teori og undervisningserfaringer på for lærerstudenter, og mellom campus og skolepraksis som de sentrale arenaene i lærerutdanning. Innovasjonen skal slik bidra til sammenheng og integrasjon i lærerutdanningen ved at lærerstudenter anvender REDEtil i undervisning på campus og i praksis i skolen, hvor skriftliggjøring i oppgaveskriving er et viktig integrerende element.

Den forskningsbaserte innovasjonen skal styrke lærerutdanningene ved Universitetet i Oslo ved at innovasjonen skal føre til styrket undervisningspraksis ved universitetsskolene tilknyttet Universitet i Oslo, styrket lærerutdanning ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (ILS), og styrket sammenheng mellom undervisning på campus og praksis i skolen. Dels vil de fire modulene bli anvendt i undervisning på campus gjennom modellering, og dels vil lærerstudenter

---

<sup>1</sup> Representasjonsformer er semiotisk ressurser som gjenkjennes konvensjonelt som å tilhøre en bestemt gruppe, for eksempel grafer. En bestemt graf er én representasjon. Representasjonsformer knyttes gjerne til multimodalitet, slik at for eksempel snakk, gester og bilder er ulike moder med sine muligheter og begrensninger. Én representasjon kan inneholde både visuelle elementer og skrift.

<sup>2</sup> Til naturfagene regnes: naturfag, kjemi, fysikk, biologi, geofag og teknologi og forskningslære.

<sup>3</sup> REDE er navnet på innovasjonsprosjektet, REDEtil er navnet på selve innovasjonen, som er fire moduler.

bruke innovasjonen til å designe undervisning (på campus), gjennomføre undervisning (i skolen) og refleksjon og skriving av oppgaver (campus).

### 3. Verdiskapingspotensial

Funksjonell forståelse og bruk av av naturfaglige tekster er en essensiell del av elevers allmenndannelse. Både i faglige sammenhenger og som deltakere i ulike samfunnsarenaer er en funksjonell tekstkompetanse nødvendig for deltakelse. Elever møter representasjoner i mange dagligdage sammenhenger, ikke minst gjennom digitale medier. Kritisk og funksjonell bruk av representasjoner er viktig for deltakelse i samfunnsspørsmål. Det er klare indikasjoner på at et fokus på representasjonsformer i undervisning og læring gir høyere kvalitet på læring (Smetana & Bell, 2011; Tytler, Prain, Hubber, & Waldrip, 2013), men det gjenstår å omsette denne kunnskapen til verktøy for lærerutdannere og lærere.

Representasjonsformer er viktige verktøy for læring: De kan danne bro mellom konkret erfaring og de mer abstrakte sidene ved et begrep, og de kan fokusere elevenes samtaler og faglige utforskning. Lærer får innsikt i elevenes læringsprosess ved å vurdere og samtale med elevene om deres bruk av representasjoner. Innovasjonen vil også innebære en styrkning av skolens fokus på grunnleggende ferdigheter i muntlig, lesing, skriving, matematikk og IKT. Evalueringen av Kunnskapsløftet peker mot at grunnleggende ferdigheter i beste fall er implementert i «forsiktig» grad (Hertzberg, 2010). De fire modulene har, gjennom fokuset på representasjoner, grunnleggende ferdigheter som kjerneide og utgangspunkt. REDE legger til grunn et funksjonelt perspektiv på tekst og skriving (Solheim & Matre, 2014) Innovasjonen utvikles for naturfag, men vil være relevante for andre fag i skolen, for eksempel samfunnsfag. Dette flerfaglige perspektivet innebærer mulighet for videreutvikling av innovasjonen inn mot andre fags didaktikker i lærerutdanningene ved ILS.

Modulene 1-3 lages for lærere og lærerstudenter, men fokuserer på elevenes læring. Modul 1 fokuserer på begrepsforståelse gjennom at elever utfordres til å vurdere og diskutere representasjoner de selv har laget og som utvikles videre i møte med fagets autoritative framstillinger. Denne modulen skal bidra til undervisning som gir elevene dypdeforståelse av fagets begreper, modeller og teorier. For eksempel vil det å arbeide med ulike måter å representere drivhuseffekt på kunne være tema. Modul 2 snur dette perspektivet, og tar utgangspunkt i representasjoner som elever møter i nyhetsstoff i ulike medier. Representasjoner i oppslag om for eksempel menneskeskapte klimaendringer kan da være utgangspunkt for en faglig drøfting (Modul 1) men har som hovedfokus å støtte elever i å gi elevene innsikt i hvordan fag inngår i slike komplekse spørsmål hvor kunnskapen kan være usikker, omstridt eller ikke foreligger, og hvordan etiske og politiske sider blir del av kontroversen. I slike spørsmål vil metodiske aspekter ved forskning ofte bli sentralt, samt institusjonelle sider. Modul 3 vil fokusere på naturvitenskapens egenart og kunnskap om hvordan forskersamfunn fungerer. Dette vil være forankret i elevenes egen naturfaglig praksis, og vil gi innblikk i hvordan representasjoner brukes, ikke bare til å formidle kunnskap, men også i selve kunnskapsutviklingen.

Innovasjonen gir dermed lærere redskaper i utforskende arbeidsmåter realisert av Forskerspiren, hvor elevene deltar i utforskende praksis og hvor representasjoner er viktige verktøy for å samle data, lage forklaringer, modellere og presentere. For eksempel kan betydningen av diskusjon i forskersamfunnet være en viktig parallell til elevenes diskusjoner når de arbeider med en problemstilling praktisk. Modulene skal samlet føre til bedret undervisningspraksis som igjen fører til dypere begrepsforståelse, økt kompetanse i å forholde seg kritisk og aktivt i dagsaktuelle spørsmål og bedre innsikt i naturvitenskapens egenart.

Ved Universitetet i Oslo vil REDE prosjektet, spesielt gjennom Modul 2, understøtte og styrke lærerutdanningens satsing på utdanning for bærekraftig utvikling. Siden innovasjonen er digital vil den enkelt kunne integreres i mer omfattende digitale løsninger som integrerer flere ressurser. For eksempel vil den styrke UV-fakultetets Centre of Excellency, ProTed, sin satsing på produktiv bruk av avatar-mediert kommunikasjon i virtuelle verdener i lærerutdanningen.

#### **4. Forskningsbehovet**

##### **Hvordan bidrar et fokus på representasjoner til læring?**

Det er bred enighet i det naturfagdidaktiske forskningsfeltet om at naturfaglig kompetanse og deltakelse i fagets tekstkulturer (Berge, 2007) i stor grad handler om å mestre ulike diskursive verktøy og ulike sjangre i faget, som igjen handler om å mestre sentrale representasjonsformer i faget (Erik Knain, 2015; Norris & Phillips, 2003; Prain & Waldrip, 2010; Sørvik, Blikstad-Balas, & Ødegaard, 2015). De er utviklet som diskursiv praksis hvor tekstlig representasjon og eksperiment er tett integrert (Bazerman, 1988; E. Knain & Flyum, 2003). Representasjonsformer er semiotiske ressurser som gjenkjennes gjennom kulturelle konvensjoner som å tilhøre en bestemt gruppe, for eksempel verbalspråk, grafer, diagrammer, tabeller, bilder, video og animasjoner. En bestemt graf er én representasjon. Representasjonsformer knyttes gjerne til multimodalitet, som er «sosialt formet og kulturelt betingede ressurser for meningssskaping» (Günther Kress, 2013; Løvland, 2010) slik at for eksempel snakk, skrift, gester og bilder er ulike moder med sine muligheter og begrensninger.

Ulike representasjonsformer har ulike muligheter og begrensninger i hva som kan uttrykkes. Roth og Lawless (2002) har studert hvordan skriftlige begreper vokser fram fra aktiviteter i naturfaglaboratoriet. Begrepene er først nært forbundet med aktiviteten, men gradvis begynner gester å erstatte faktiske hendelser og begivenheter. Tilslutt er alle relevante aspekter ved hendelser og objekter representert i symbolsk form. Denne bevegelsen har skjedd mellom ulike moder og representasjonsformer. Dette er en bevegelse mot abstraksjon, generaliserbarhet og stringens som er grunnleggende i naturfaglig diskurs drevet fram av deltakernes interaksjon med hverandre i målrettede normfelleskap, og med teknologi og representasjoner (Latour, 1987). Et kritisk punkt i studier av hvordan elever arbeider med multiple representasjoner er hvorvidt meningen stabiliseres når elevene arbeider med flere representasjoner, eller om kompleksiteten skaper forvirring.

Konklusjonen er at det finnes gode og egnete teoretiske innganger til å forstå bruk av representasjoner i diskursiv praksis, både som uttrykk for fagets egenart og metoder, og i et læringsperspektiv.

##### **Modul 1: Bruk av representasjoner med overordnet hensikt å lære fagets produkter (begreper, modeller, teorier).**

Forskningsstudier og deres reviewer tegner et bilde av at undervisningsfokus på representasjoner har god effekt på elevenes læring (Tytler et al., 2013). Ainsworth (2008) beskriver tre hovedfunksjoner for multiple representasjon i læringssituasjoner: 1. De tar komplementære roller ved å framheve ulike aspekter ved fenomener og begreper, og tilbyr elevene slik ulike innganger til begrepsforståelse, 2. de begrenser og fokuserer elevenes tolkninger gjensidig; for eksempel kan et bilde av nordlys støtte tolkninger av et diagram av elektriske partikler som beveger seg langs magnetiske feltlinjer, og 3. multiple representasjoner kan føre til dypere forståelse gjennom at elever abstraherer hva som er felles og uendret mellom ulike representasjoner, og hva som er spesifikt for hver enkelt representasjon. Representasjonene i seg selv blir også produktive ressurser fordi de kan bidra til å danne et konkret felles fokus for elevsamtaler, samt at de bidrar til at elever klarer å verbalisere faglig forståelse eller utfordringer ved å henvise til visuelle elementer i kunnskapsrepresentasjonene (Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013).

Samtidig peker Ainsworth på flere utfordringer: Hvis elevene ikke klarer å lese representasjoner riktig (for eksempel tolker en u-formet hastighetskurve som at bilen kjører ned og opp en bakke) vil multiple representasjoner kunne føre til økt forvirring og overfladisk læring. Det gjelder også hvis elever ikke har tilstrekkelig faglig kunnskap og erfaringer med situasjoner og tekster hvor representasjonen brukes. En faglig kompetent bruk av representasjoner kjennetegnes av at eleven velger riktig representasjon for behovet som foreligger i situasjonen, en utfordring som øker med multiple representasjoner.

Digitale representasjoner har en styrke utover den fleksibilitet som ligger i at de kan flyttes og kombineres på skjerm, de åpner også for interaktivitet og animasjoner. I en bredt anlagt

undersøkelse har Smetana og Bell (2012) gått gjennom 61 studier av digitale representasjoner i form av simuleringer i naturfag. Overordnet tegner denne gjennomgangen et meget positivt bilde av det utbyttet elevene får ved bruk av digitale representasjoner i naturfag (for eksempel i simuleringer, visualiseringer og interaktive laboratorier), men hvor godt læringsutbyttet er, ser ut til å henge tett sammen med det spesifikke designet og undervisningskonteksten det anvendes i. Smetana og Bell peker også på at det som fungerer best, ser ut til å være et blandingsbruk av digitale representasjoner i samvirke med trykte læremidler. Zhang and Linn (2011) peker også på at den store informasjonsmengden som gjerne ligger i digitale representasjoner kan bli overveldende for elever, og de finner at tegninger elevene lager selv av visualiseringene har vist seg gir god støtte.

Waldrip, Prain, and Carolan (2010) utviklet et rammeverk på grunnlag av et prosjekt som omfattet observasjon og analyse av over 1000 timer undervisning med fokus på bruk av representasjoner. På grunnlag av disse observasjonene og samarbeid med lærere utviklet de det såkalte IF-SO rammeverket, bestående av I: Identifisere de viktige begrepene og hvilke representasjoner som vil være sentrale og planlegge en rekkefølge av dem. F: Fokuserer på både form og funksjon for hver representasjon, inkludert deres muligheter og begrensninger. S: Sekvenser hvor elever representerer sine ideer, fundert i deres erfaringer, interesser og estetikk. Elevene er aktive i å utforske og forbedre sine representasjoner. O (ongoing assessment): Elevene arbeider i et konstruktivt spenningsforhold mellom egne representasjoner og autoritative framstillinger. For læreren er elevenes representasjoner en inngang til deres faglige forståelse i formativ vurdering og veiledning. Denne forskergruppen har senere utviklet dette til en tydeligere didaktisk modell (Tytler et al., 2013). Dette prosjektet er viktig utgangspunkt for våre innovasjoner i kraft av at de har utviklet en modell som har vist til klart bedret læringsutbytte gjennom kvalitative studier av klasseromsinteraksjon, elevtekster, samtaler med lærere, og gjennom pre- og posttester.

## **Modul 2: Undervisning av komplekse miljøspørsmål gjennom bruk av representasjoner**

Hovedområdet Bærekraftig utvikling skiller seg fra de andre hovedområdene ved å gå ut over naturfag og naturvitenskap som definert ramme. Det skjer ved at området omfatter læringsmål knyttet til global sosial rettferdighet for dagens og kommende generasjoner, føre-var-prinsippet og et komplekst samspill mellom miljø, økonomi og samfunn (Drexhage & Murphy, 2010). Utfordringene og ambisjonene for skolen er tilsvarende store, slik det framgår av Utdanningsdirektoratets handlingsplan (Utdanningsdirektoratet, 2012). Ambisjonene henger sammen med enda større utfordringer: Vi ser konturene av en framtid som er svært forskjellig fra det man har kjent til tidligere, med raskere og mer dyptgripende endringer enn menneskeheten noen gang har stått overfor (Gore, 2013). Under hovedområdet Bærekraftig utvikling er det flere av kompetansemålene som impliserer komplekse, overskridende spørsmål. Murgatroyd (2010) omtaler miljøspørsmål som «wicked problems». De rommer gjerne etiske og/eller politiske argumenter i tillegg til argumenter basert på kunnskap eller hypoteser fra naturvitenskap og andre fag. Kunnskapen kan være usikker eller omstridt også i forskersamfunnet, og objektivitet som skal sikres gjennom vitenskapelige metoder, kan støte mot etiske og politiske interesser (Kolstø, 2001; Ryder, 2001). Å håndtere kompleksitet blir grunnleggende viktig i slike spørsmål (Byhring & Knain, 2015). Viktige undervisningsprinsipper for sosiovitenskapelige kontroverser (SSI) er å ta utgangspunkt i en engasjerende sak, presentere saken for elevene innledningsvis, støtte argumentasjon og beslutningstaking og bruke media og teknologi til å støtte elevenes læringsprosesser og knytte aktiviteter til verdenen utenfor klasserommet (Sadler, Klosterman & Topcu, 2011). Vi vil i denne modulen utvikle IF-SO strukturen i tråd med prinsippene som Sadler et. al har utviklet. Vårt redskap vil være å bruke representasjoner fra nyhetsartikler som inngang (Jarman & McClune, 2007). Dette vil innebære at elevene anvender autentiske tekster. Vi vil vektlegge kompleksiteten som ligger i miljøutfordringer slik at elevene velger nyhetsnotiser som inngang til en utforskning av ikke bare hva de betyr, men også hvilken funksjon de har i teksten, og hva de innebærer i forhold til personlige valg og politikk. Digitale medier åpner for gjenskaping av kompetanse fra skolekontekst til ulike arenaer utenfor skolen som elevene er engasjert i, men også

andre veien fra samfunnsarenaer til skolen (Bjørgen & Erstad, 2014; Erstad, Gilje, & Arnseth, 2013).

### **Modul 3: Bruk av representasjoner i praktisk arbeid og fokus på naturvitenskapens egenart (Nature of Science - NOS)**

Denne modulen er nært forbundet med Modul 1 i den forstand at elevene arbeider med fagets representasjoner for å representere og kommunisere. Representasjoner er tilsvarende viktig i å støtte og fokusere elevenes argumentasjon (Nichols, Gillies, & Hedberg, 2015). Som tidligere påpekt er det et nært slektskap mellom elevenes utforskning i naturfag og naturvitenskapens diskursive praksiser (Norris & Phillips, 2003). Denne sammenhengen er grunnlag for Modul 3.

The Science Writing Heuristic (SWH) er et eksempel på støttestruktur i utforskende arbeidsmåter/undervisningsformer. Den består av en mal for læreren som legger opp til kartlegging av elevenes forståelse i forkant av et praktisk arbeid, og at elevene deltar i ulike skriveaktiviteter og diskusjonsfaser. Elevenes mal er knyttet til skriving av en forsøksrapport i form av heuristiske spørsmål som skal lede eleven i sin utforskning: 1. Innledende ideér: Hvilke spørsmål har jeg? 2. Hvordan kan jeg finne ut av det? 3. Undersøkelser: Hva gjorde jeg? 4. Observasjoner: Hva så jeg? 5. Påstander: Hva kan jeg påstå? 6. Bevismidler: Hvordan kan jeg vite det jeg påstår? Hvorfor kommer jeg med akkurat disse påstandene? 7. Studier av fagkilder: Hvordan er mine oppfatninger sammenlignet med andres?. Forskning på denne ressursen har vist positivt utbytte sammenlignet med mer tradisjonell undervisning i form av større læringsutbytte av kunnskap og at den sporer elever til å diskutere, samt at den fremmer metakognitiv bevissthet om praktisk arbeid (Akkus, Gunel, & Hand, 2007; Cavagnetto, Hand, & Norton-Meier, 2010; Hand, Wallace, & Yang, 2004). Innovasjonen i dette temaområdet innebærer at IF-SO prinsippene vist til over blir innarbeidet i SWH modellen ved å 1) knytte elevenes beskrivelser av egen utforskning i forsøksrapporten direkte til deres bruk av ulike representasjoner gjennom mal for elevene og mal for lærer i SWH, og 2) fokusere på hvordan bruk av representasjoner har forbindelser til naturvitenskapens egenart og praksiser.

### **Modul 4: Lærerens betydning i arbeid med representasjoner**

Det er betydelig overlapp mellom metoder for utforskende arbeidsmåter og undervisning rettet mot representasjoner. I dette er det også møtepunkt mellom formativ vurdering og utforskende arbeidsmåter/undervisning (Carlson, Humphrey, & Reinhardt, 2003). Jornt and Roth (2015) viser i en case studie hvordan læreren er viktig for å støtte elevene i prosessen ved å lede elevenes oppmerksomhet mot de faglig relevante aspektene ved en representasjon i forhold til fenomenet som representeres. Det gjør læreren delvis ved å utelate momenter som elevene bringer opp i samtaler, og ved å fokusere på andre momenter. Læreren er også viktig for å trekke sammen og oppsummere som grunnlag for videre undersøkelser (Bjønness & Kolstø, in press). Lærerens valg gjøres i et spenningsfelt mellom flere hensyn i undervisningssituasjonen: når skal lærer støtte opp under elevenes eksisterende forståelse og rolle som drivende i kunnskapsutviklingen, enkeltvis eller som gruppe, og når skal lærer skal ta rollen som tilbyder av autoritativ kunnskap (Strømme & Furberg, in press; Ødegaard, 2012)? Valgene har implikasjoner for lærerens mulighet til å vurdere elevenes arbeid og hvor de står i en utforskende prosess. Lærerens valg med tanke på å støtte elevene som aktive i egen utforskning og eller formidle kunnskap som lærer anser som viktig i situasjonen er ikke minst viktig i undervisning av komplekse miljøutfordringer (Byhring & Knain, 2014). Dette er aspekter som vi vil adressere i forskningsarbeidet i utviklingen av REDEtil. Haug (2014) gir eksempler på hvordan det i samtale med elever oppstår både planlage og spontane øyeblikk hvor læreren kan bringe forståelsen videre, samtaler som i stor grad er forankret i en representasjon som elevene har lest eller laget. Å gi lærere og lærerstudenter bakgrunn og verktøy for å planlegge og nyttiggjøre seg slike øyeblikk er en viktig del av innovasjonen.

Ball og Cohen (1999) tar til orde for at lærerutdanningen bør utformes som utforskning av praksissituasjoner med fokus på elevers læring av begreper og tenkemåter i ulike fagdisipliner. Gjennom et slikt fokus utvikler studentene kompetanse i å undersøke elevenes læring i møte med

begreper og tenkemåter. Faglig innhold bør knyttes tett til undervisningsprinsipper. De tar til orde for en lærerutdanning som 1) tar utgangspunkt i studentenes erfaringer fra praksis ved å bringe inn gjenstander, nedtegnelser, oppgaver, elevarbeider osv. som konkretiserer studentenes drøftinger av erfaringene, 2) åpner for at studentene sammenligner ulike perspektiver, forklaringer og løsninger og slik lære av hverandres praksis, og som 3) blir et kollektivt, utforskende fellesskap gjennom spørsmål, undring, analyse og kritikk. I Modul 4 blir undervisningsopplegg som studentene lager grunnlag for en videre utforskning gjennom gruppeundervisning og oppgaveskriving ved campus. Dette er et fokus på representasjoner som krever at faglig innhold ses i sammenheng med pedagogisk tilrettelegging, og fokuserer slik sett lærerens Pedagogical Content Knowledge (PCK) (Shulman, 1986).

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

### **5. Mål**

Hovedmål er å utvikle nettressurser knyttet til et fokus på representasjoner i undervisning av elever som styrker lærerutdanningen på campus, styrker koblingen mellom campus og praksis i universitetsskoler, og som videre styrker elevers allmenndannelse og skolens arbeid med grunnleggende ferdigheter. Målene skal realiseres ved hjelp av en innovasjonen REDEtil, som består av 4 moduler. Modul 4 gjør bruk av modulene 1-3.

Delmål, Modul 1: Utvikle nettressurs som støtter lærere i å bruke representasjoner til å planlegge, gjennomføre og vurdere undervisning for læring av naturfagets begreper, modeller og teorier.

Delmål, Modul 2: Utvikle nettressurs som støtter lærere i å bruke representasjoner som inngang til å undervise miljøutfordringer og interessekonflikter omkring disse.

Delmål, Modul 3: Utvikle nettressurs som støtter lærere i å bruke representasjoner som inngang til læring om naturvitenskapens egenart, som et fond av metoder, arbeidsmåter og som sosial institusjon.

Delmål Modul 4: Utvikle undervisningsdesign som støtter lærerutdannere i å utvikle lærerstudenters PCK ved at lærestuderer knytter sammen fagdidaktisk teori med egen undervisningserfaring, samt undervisning på campus med undervisningspraksis i skolen.

### **6. FoU-utfordring og -metode**

Med utgangspunkt i det som er beskrevet i punktene 4 og 5 over formulerer vi følgende forskningsspørsmål. Disse spørsmålene vil naturlig utvikle seg gjennom prosjektperioden.

Forskningsspørsmål, Modul 1:

1. Hvilken betydning har læreren for elevers kompetente bruk av representasjoner i naturfag?
2. Hvilke utfordringer møter elever i å lese og skape enkeltrepresentasjoner i spesifikke tema?
3. Hvordan kan digitale ressurser særlig bidra til faglig kompetent bruk av representasjoner?

Forskningsspørsmål, Modul 2:

1. På hvilke måter støtter representasjoner elever i å sortere ulike aspekter ved miljøutfordringer, for eksempel hvilken fagkunnskap inngår og hvorvidt denne er etablert, tentativ eller omstridt, og hvilke argumenter ulike interessenter bruker?
2. Hvordan kan representasjoner i nyhetsmedier etablere relasjoner mellom skole og arenaer utenfor skolen; lokale og globale?

Forskningsspørsmål, Modul 3:

1. Hvordan kan IF-SO strategiene og Science Writing Heuristic integreres for å undervise naturvitenskapens egenart?
2. Hvordan kan bruk av representasjoner gjøre sammenhengen mellom naturvitenskapens egenart og elevenes egne undersøkelser mer eksplisitt?

Forskningsspørsmål, Modul 4:

1. Hvilke utfordringer møter lærerstudenter når de anvender moduler 1-3 i egen praksis?
2. Hvilke forbindelser skaper lærerstudenter mellom undervisningserfaring i skolen og på campus gjennom undervisningsressursen REDEtil i oppgaveskriving?

3. Hvilke forskjeller er det mellom studenter som har jobbet med REDEtil og studenter som ikke har gjort det i oppgavebesvarelser med tanke på fagdidaktisk refleksjon?

## Design og metode

Moduler 1-3: Hovedinnsatsen på FoU vil være knyttet til utvikling av design av nettressursene i Modul 1-3 i skolene. Det overordnede designet er design-basert forskning (design-based research). I designet legger vi opp til to hovedsykluser. For hver hovedsyklus vil alle undervisningsdesign bli gjennomført minst en gang i hver skole som deltar. Undervisningstema vil i størst mulig grad være felles mellom deltakende skoler. Dette åpner for å sammenligne undervisningsdesign mellom ulike skoler innenfor en hovedsyklus. Andre hovedsyklus gjør opp status

Analysene knyttet til utvikling av modulene 1-3 vil gjøres som interaksjonsanalyse hvor analyse av læringsstier (learning trajectories) inngår (Strømme & Furberg, in press). Dette vil være nærstudier av elevers og læreres bruk av representasjoner i interaksjon mellom elever og mellom elever og lærere. Data i denne modulen vil være pre- og posttester, videoobservasjoner, intervjuer og elevtekster. Det blir gjort videoopptak av en gruppe elever i hver utprøving med kamera som følger enkeltelever, og av lærerens hel-klasse undervisning. På denne måten fanges både interaksjon på nært hold og lærerens innramming av læringssituasjoner og bruk av representasjoner. Pre- og posttest skal gi et bilde på elevenes utvikling i bruk av representasjoner.

Designene som utvikles i REDEtil er i seg selv representasjoner som blir tolket og anvendt i situert praksis av lærere, hvor meningshandlinger er samspill mellom semiotiske ressurser og ulike aspekter ved konteksten (Erik Knain, 2015). Samspillet mellom semiotiske ressurser, kontekst og deltakere er viktig for å forstå ulike kvaliteter ved design prinsippene som prøves ut, og for å forstå hvordan lærere arbeider med slike ressurser (Barab & Squire, 2004; Krangle & Ludvigsen, 2009). Representasjonsform og multimedialitet overlapper som begreper brukt i fagdidaktisk litteratur. I litteratursøk gjort på stikkordene «multimodal» og «representation» i internasjonale tidsskrift i det naturfagdidaktiske feltet framkommer at representasjonsform er langt oftere brukt enn multimedialitet. I dette prosjektet vil vi bruke begrepet representasjonsform pragmatisk, og følger Tang, Delgado, and Moje (2014) i å forstå mode som mer grunnleggende ved at én representasjon kan inneholde flere moder i sine bestanddeler. Et diagram kan bestå av flere moder (skrift, matematisk uttrykk, bilde, graf). Ved å følge utvikling mellom representasjoner kan elevenes bruk av representasjoner i tekster ses som spor etter elevens valg ut i fra ressursene som var tilgjengelig for dem, både her og nå i situasjonen og deres erfaringer med lignende situasjoner og hensikter. Elevenes representasjoner er laget i et spenningsfelt mellom det eleven ønsker å uttrykke, elevens tekstkompetanse og deres forståelse av hva det vil si å være «naturfaglig» (Erik Knain, 2015; Gunther Kress, Jewitt, Ogborn, & Tsatsarelis, 2001). Vi vil også intervju elever om enkelttekster, som støtte for tolkningen (Ehrlén, 2008). Pre- og posttestene vil bli bearbeidet og lagt inn i modulene som før- og etter prøver.

Modul 4: Sentrale data vil være oppgaver som studentene som har brukt modulene 1-3 i egen praksis, de såkalte semesteroppgavene og FoU-oppgavene, som grunnlag for å identifisere tema som tas opp i intervjuer med studentene. Det blir også utviklet pre- og posttest hvor studentenes utvikling i fagdidaktiske bruk av representasjoner blir kartlagt, og hvor det åpnes for å studere studenter som har arbeidet mer inngående med tilnærmingen med studenter som ikke har det. Det gjøres ett intervju etter at studentene har fått undervisning i bruk av modulene 1-3 forut for praksis, og ett etter praksis. Tematisk tekstanalyse vil gjøres i både oppgavebesvarelser og i intervjuer (Braun & Clarke, 2006).

Det holdes møter mellom lærere og forskere forut for og etter hvert design eksperiment. To ganger i året holdes hel dags møter hvor fokus er sammenfattende og synteserende analyser.

Målene for forskningsarbeidet er ambisiøse men realistiske. Forskergruppen som deltar i REDE har bred erfaring i klasseromsforskning og analyse av bruk av læringsressurser og har omfattende publisering på området. Den ansatte i post.doc stillingen blir sentral i å følge med på og

analysere overgangen mellom lærerutdanning på campus og skolepraksis, mens PhD studentene får som hovedfokus forskning på undervisningspraksis i skolen.

## Referansegruppe

Det etableres en referansegruppe som møtes to ganger i prosjektet: professor Stein Dankert Kolstø (Universitetet i Bergen), førsteamanuensis Astrid Sinnes (Norges- miljø og biovitenskapelige universitet), professor Kjell Lars Berge (Universitetet i Oslo), Dr. Carolyn Wallace (Kennesaw State University) og professor Hilda Borko (Stanford University) (intensjonsavtaler vedlagt). Denne referansegruppa skal gi kritiske perspektiver og råd for FoU arbeidet i prosjektet, og knytte arbeidet tettere til internasjonale perspektiver og utviklingslinjer.

## Litteratur

- Ainsworth, S. (2008). The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 191-208). Dordrecht: Springer.
- Akkus, R., Gunel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an Inquiry-based Approach known as the Science Writing Heuristic to Traditional Science Teaching Practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745-1765. doi: 10.1080/09500690601075629
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners. In G. Sykes (Ed.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3-32). San Francisco: Jossey-Bass.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. doi: 10.1207/s15327809jls1301\_1
- Bazerman, C. (1988). *Shaping Written Knowledge. The Genre and Activity of the Experimental Article in Science*. Madison & London: The University of Wisconsin Press.
- Berge, K. L. (2007). The Rhetoric of Science in Practice – Experiences from Nordic Research on Subject-Oriented Texts and Text Cultures. In K. Fløttum (Ed.), *Language and Discipline Perspectives on Academic Discourse*: Cambridge Scholars Publishing.
- Bjønness, B., & Kolstø, S. D. (in press). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *Nordic Studies in Science Education*.
- Bjørngen, A. M., & Erstad, O. (2014). The connected child: tracing digital literacy from school to leisure. *Pedagogies: An International Journal*, 10(2), 113-127. doi: 10.1080/1554480X.2014.977290
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Byhring, A. K., & Knain, E. (2014). Framing student dialogue and argumentation: Content knowledge development and procedural knowing in SSI group work. *Nordic Studies in Science Education*, 10(2), 146-161.
- Byhring, A. K., & Knain, E. (2015). Intertextuality for handling complex environmental issues. *Research in Science Education*.
- Carlson, M. O. B., Humphrey, G. E., & Reinhardt, K. S. (2003). *Weaving Science Inquiry and Continuous Assessment. Using Formative Assessment to Improve Learning*. Thousand Oakes: Corwin Press.
- Cavagnetto, A., Hand, B. M., & Norton-Meier, L. (2010). The Nature of Elementary Student Science Discourse in the Context of the Science Writing Heuristic Approach. *International Journal of Science Education*, 32(4), 427-449. doi: 10.1080/09500690802627277
- Ehrlén, K. (2008). Drawings as Representations of Children's Conceptions. *International Journal of Science Education*, 31(1), 41-57. doi: 10.1080/09500690701630455
- Erstad, O., Gilje, Ø., & Arnseth, H. C. (2013). Learning Lived Connected: Digital Youth across School and Community Spaces. *Communicar*, 10, 89-98.
- Furberg, A., Kluge, A., & Ludvigsen, S. (2013). Student sensemaking with science diagrams in a computer-based setting. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 8(1), 41-64. doi: 10.1007/s11412-013-9165-4
- Hand, B. M., Wallace, C. W., & Yang, E.-M. (2004). Using a Science Writing Heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131-149.
- Haug, B. (2014). Inquiry-Based Science: Turning Teachable Moments into Learnable Moments. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 79-96.
- Hertzberg, F. (2010). Arbeid med grunnleggende ferdigheter. In E. Ottesen & J. Möller (Eds.), *Underveis, men i svært ulikt tempo. Et blikk inn i ti skoler etter tre år med Kunnskapsløftet*. Oslo: NIFU/STEP Rapport 37/2010.
- Jarman, R., & McClune, B. (2007). *Developing Scientific Literacy*. Berkshire & New York: Open University Press.
- Jornet, A., & Roth, W.-M. (2015). The Joint Work of Connecting Multiple (Re)presentations in Science Classrooms. *Science Education*, 99(2), 378-403. doi: 10.1002/sce.21150
- Knain, E. (2015). *Scientific Literacy for Participation. A Systemic Functional Approach to Analysis of School Science Discourses*. Rotherdam: Sense Publishers.
- Knain, E., Bjønness, B., & Kolstø, S. D. (2011). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. In E. Knain & S. D. Kolstø (Eds.), *Elever som forskere i naturfag* (pp. 85-126). Oslo: Universitetsforlaget.
- Knain, E., & Flyum, K. H. (2003). Genre as a resource for science education: The history of the development of the experimental report. In K. Fløttum & F. Rastier (Eds.), *Academic discourse. Multidisciplinary approaches*. (pp. 181-205). Oslo: Novus Press.
- Krange, I., & Ludvigsen, S. (2009). The historical and situated nature design experiments – Implications for data analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(3), 268-279. doi: 10.1111/j.1365-2729.2008.00307.x

- Kress, G. (2013). What is mode? In C. Jewitt (Ed.), *The Routledge Handbook of Multimodal Analysis* (pp. 60-75). London: Routledge.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal Teaching and Learning. The rhetorics of the science classroom*. London and New York: Continuum.
- Latour, B. (1987). *Science in Action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Løvland, A. (2010). Multimodalitet og multimodale tekster. *Viden om læsning*, 7, 1-5.
- Nichols, K., Gillies, R., & Hedberg, J. (2015). Argumentation-Based Collaborative Inquiry in Science Through Representational Work: Impact on Primary Students' Representational Fluency. *Research in Science Education*, 1-22. doi: 10.1007/s11165-014-9456-4
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- Prain, V., & Waldrip, B. (2010). Representing Science Literacies: An Introduction. *Research in Science Education*, 40(1), 1-3. doi: 10.1007/s11165-009-9153-x
- Roth, W.-M., & Lawless, D. (2002). Science, Culture and the Emergence of Language. *Science Education*, 86, 368-385.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse. En kritisk fagdidaktikk (3. utgave)*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2011). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370. doi: 10.1080/09500693.2011.605182
- Solheim, R., & Matre, S. (2014). Forventninger om skrivekompetanse. Perspektiver på skriving, skriveopplæring og vurdering i «Normprosjektet». *Viden om læsning*, 15, 76-88.
- Strømme, T. A., & Furberg, A. (in press). Exploring Teacher Intervention in the Intersection of Digital Resources, Peer Collaboration, and Instructional Design.
- Sørvik, G. O., Blikstad-Balas, M., & Ødegaard, M. (2015). "Do Books Like These Have Authors?" New Roles for Text and New Demands on Students in Integrated Science-Literacy Instruction. *Science Education*, 99(1), 39-69. doi: 10.1002/sce.21143
- Tang, K.-S., Delgado, C., & Moje, E. B. (2014). An Integrative Framework for the Analysis of Multiple and Multimodal Representations for Meaning-Making in Science Education. *Science Education*, 98(2), 305-326. doi: 10.1002/sce.21099
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrip, B. (Eds.). (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2010). Using Multi-Modal Representations to Improve Learning in Junior Secondary Science. *Research in Science Education*, 40(1), 65-80. doi: 10.1007/s11165-009-9157-6
- Zhang, Z. H., & Linn, M. C. (2011). Can generating representations enhance learning with dynamic visualizations? *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1177-1198. doi: 10.1002/tea.20443
- Ødegaard, M. (2012). Lærerengasjement: plikt og kjærlighet i naturfagundervisningen - en videostudie fra klasserommet. In T. Hopfenbeck, M. Kjærnsli, & R. V. Olsen (Eds.), *Kvalitet i skolen. Internasjonale og nasjonale undersøkelser av læringsutbytte og undervisning*. Oslo: Universitetsforlaget.