

3-årig emneevaluering: GEOV114

Emne: Geov114 Innføring i geobiologi

Semester og år for gjennomført emneevaluering: H-2022

Navn på emneansvarlig(e): Bjarte Hannisdal

Sammendrag

Emnet [GEOV114 Innføring i geobiologi](#) ble opprettet i 2019 både som en faglig nyskaping og som en pedagogisk intervensjon på bachelornivå. Emnet er et pågående samarbeid mellom vitenskapelig ansatte, pedagoger og studenter. Læringsdesignet kombinerer tverrfaglighet og samfunnsrelevans med aktiv læring og formativ vurdering, autentiske data og problemer, samt vitenskapelig praksis og refleksjon. Emnet har et uttalt fokus på generelle kompetanser og på bærekraftsutfordringer. Vurderingskriterier brukes aktivt til å avklare forventninger samt til fagfellevurderinger og tilbakemeldinger for hver læringsaktivitet. Studenter og undervisere trener systematisk på å reflektere rundt læringsprosessen i en kontinuerlig læringslogg og refleksjonene brukes til å justere og gjøre endringer i aktiviteter, rubrikker og læringsmiljø underveis i semesteret. Intervjuer med studenter og undervisere inngår både i en forskende tilnærming til undervisning (SoTL) og i utdanningsforskning. Emnet er et eksempel på hvordan undervisere og studenter kan våge å ta sjanser og åpne for uforutsigbarhet, men med bevissthet rundt det pedagogiske ansvaret.

"I thought, here we go again. This class' methodology of drastically changing the universities learning method. I liken it to pulling off a bandage that has grown in to the skin. It hurts, it's frustrating, aggravating, creates feeling of mistrust of the individual that is performing the task, but it is necessary."
[Direkte sitat fra studentrefleksjon, GEOV114, høsten 2019.]

Bakgrunn

Geofaget kan beskrives som studiet av naturlige systemer tett knyttet til menneskelig aktivitet og beslutningsprosesser. En slik definisjon av faget er med på å sette premissene for diskusjonen rundt utdanningens rolle i samfunnet. Moderne geovitenskap har inntatt et systemperspektiv (Earth system science) som ser fysiske, kjemiske og biologiske prosesser, samt menneskelig aktivitet, som komponenter i et komplekst, dynamisk system. Dette systemet står sentralt i de globale utfordringene som er representerte i målsetningen om bærekraftig utvikling. Geofaget gir derfor unike muligheter for læring, personlig vekst og utvikling av mennesker som kan stå sterkt i møte med en ukjent fremtid. Hvordan kan vi utnytte disse mulighetene i utdanningen?

Klassiske lærebokoppgaver og øvelser i naturvitenskap er som regel strukturerte problemer som gjerne har én riktig løsning og som gir all nødvendig informasjon. Reelle problemstillinger i arbeidsliv, politikk, samfunn, miljø, og forskning er derimot ustrukturerte (ill-structured) eller gjenstridige (wicked), og krever andre måter å arbeide på: Problemet er ofte uklart, man må velge blant flere mulige tilnærminger, og løsningsstrategier kan ikke kopieres fra andre situasjoner. Tilgjengelig informasjon er ufullstendig og usikker, og man må forholde seg til ulike kilder, konfrontere sine egne oppfatninger, og argumentere for sine valg. I en læringssituasjon skaper slike realistiske problemer usikkerhet både blant studenter og undervisere. Hvilke implikasjoner har denne uunngåelige usikkerheten for læringsdesign på bachelornivå?

Ronald Barnett, en ledende teoretiker innen høyere utdanning, understreker at nettopp høyere utdanning handler om å åpne opp nye rom med muligheter for nye måter å forstå verden og å være i verden. En slik utdanning fordrer at både studenter og undervisere våger - og får mulighet til - å ta sjanser

("a pedagogy of mutual risk")¹ og evner å møte verdens usikkerhet med viten og vilje ("a committed uncertainty")². Hvordan kan disse idealene omsettes i pedagogisk praksis? Emnet GEOV114 *Innføring i geobiologi* ble utviklet med tanke på å utforske disse spørsmålene.

Læringsdesign

GEOV114 er et obligatorisk emne (10 studiepoeng) for tredjeårsstudenter i 5. semester. Sitatet ovenfor indikerer at dette nye emnet er svært forskjellig fra det mange studenter er vant til. Læringsdesignet i GEOV114 bygger på læringsdesignmodeller for komplekse systemer og gjenstridige problemer.³

Et viktig designprinsipp er at studentene må få tilstrekkelig tid til å gjøre en **vedvarende undersøkelse av et forskningsspørsmål**. En av læringsaktivitetene i emnet er derfor et eksperiment som varer hele semesteret. Studentene samarbeider i grupper om å utforme sine egne eksperimenter for å teste virkningen av ulike miljøfaktorer (f.eks. temperatur, pH, næringsstoffer, forurensning) på mikrobielle økosystemer. Studentene bruker reell forskningspraksis (f.eks. formulering av hypoteser, eksperimentell design, modellering, formidling av resultater) og gruppene oppsummerer eksperimentet sitt på en poster, gir hverandre fagfellevurdering og reviderer før de presenterer i en åpen posteresesjon.

Et annet sentralt prinsipp er bruken av **datamaskinell praksis** (f. eks. programmering, dataanalyse, visualisering og modellering), noe som er allestedsnærværende i moderne vitenskap og i samfunnet forøvrig, men som har vært nesten fraværende i det tradisjonelle bachelorprogrammet i geologi. Utdanningsforskning støtter opp under bruken av datamaskinell praksis som en katalysator for problemløsning og systemtenkning.⁴ Men hvordan kan studentene bruke autentisk datamaskinell praksis dersom de ikke har noen tidligere erfaring med programmering eller dataanalyse? Denne utfordringen løses ved å legge opp emnet som en rekke **læringsaktiviteter som bygger progressivt på hverandre**, fra en grunnleggende innføring i programmering i Python til forskningsnær praksis (prosessering, visualisering, og analyse av data). De fagspesifikke problemstillingene er valgt ut med det formål at studentene selv skal kunne oppdage noen av de komplekse sammenhengene mellom geologiske og biologiske systemer. Ved å ta i bruk autentisk moderne forskningspraksis (f.eks. bruke maskinlæring til prediksjon i store globale datasett) kan studentene **reprodusere og stille seg kritisk til forskningsresultater**, og dermed åpnes det nye rom i utdanningen: fra fast fortøyning i en lærebok til et mer åpent farvann med forskning i stadig bevegelse.

Emnet fokuserer på "hva studenten gjør" i tråd med en konstruktivistisk tilnærming til **aktiv læring** der kunnskap og kompetanse bygges gjennom studentenes egne aktiviteter og samhandling heller enn å bli overført direkte fra underviseren⁵. Emnet har som regel ingen forelesninger fordi studentene trenger undervisningstiden til individuelt arbeid og gruppearbeid, presentasjoner, fagfellevurderinger, tilbakemeldinger, diskusjon og deling av ressurser og løsningsstrategier. Et uttalt mål er å bygge sammenhengende læringsprogresjoner for generelle kompetanser og overførbare ferdigheter. Emnet har derfor ingen avsluttende skoleeksamen, men tilstreber en mer **samstemt undervisning** (constructive alignment) ved bruk av formativ vurdering i en gjentakende aktiv læringscyklus med fagfellevurdering, tilbakemeldinger og forbedring. I tillegg til uformelle tilbakemeldinger i undervisningstiden har hver aktivitet en rubrikk med vurderingskriterier. Noen kriterier er knyttet til generell kompetanse (skrivning, programmering, kommunikasjon, samarbeid) og er felles for de fleste aktiviteter, andre er fagspesifikke, og noen kriterier er knyttet til bruk av tidligere tilbakemeldinger (forbedring og progresjon), samt

¹ Barnett, R. (2018). *The ecological university: A feasible utopia*. Routledge; p. 117.

² Barnett, R. (2022). *The philosophy of higher education: A critical introduction*. Routledge; p. 141.

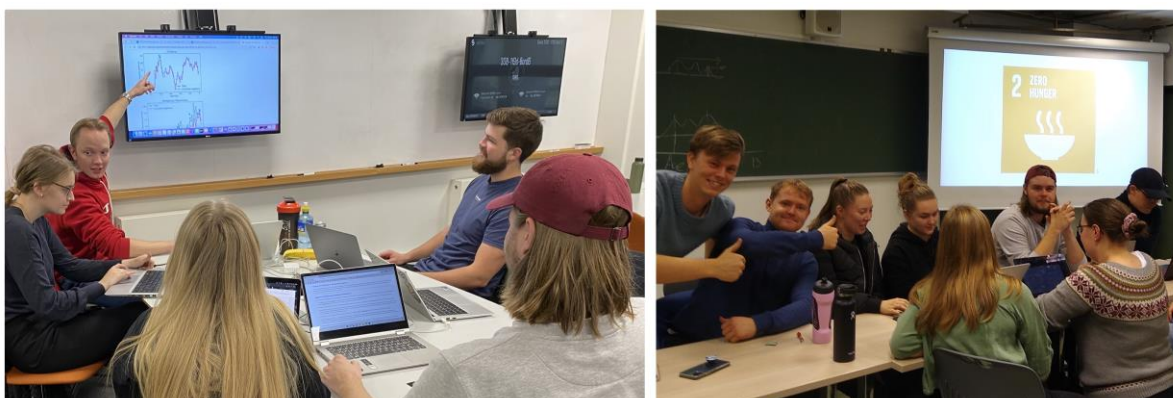
³Jacobson MJ, Wilensky U (2006). [Complex systems in education: scientific and educational importance and implications for the learning sciences](#). *The Journal of the Learning Sciences* **15**, 11–34; Jonassen DH (1997). [Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes](#). *Educational Technology Research and Development* **45**, 65–94; Holder LN, et al. (2017). [Student learning of complex earth systems: A model to guide development of student expertise in problem-solving](#). *Journal of Geoscience Education* **65**, 490-505.

⁴Weintrop D, et al. (2016). [Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms](#). *Journal of Science Education and Technology* **25**, 127-147; Scherer R, et al. (2019). [The cognitive benefits of learning computer programming: A meta-analysis of transfer effects](#). *Journal of Educational Psychology* **111**, 764-792.

⁵ Biggs JB (1999). [What the Student Does: teaching for enhanced learning](#). *Higher Education Research & Development* **18**, 57-75; Biggs JB and Tang C (2011). *Teaching for quality learning at university*. 4th ed., Open University Press.

refleksjon. Hvert kriterium har tre måloppnåelsesnivåer som beskriver hvilke aspekter ved arbeidet studentene skal gi og få tilbakemelding på. Vurderingsrubrikkene bidrar til å avklare forventninger og støtte studentene i en lærings situasjon som har flere kilder til usikkerhet. Obligatoriske emner er påkrevd å gi studentene en bokstavkarakter, som i GEOV114 er basert på en summativ helhetsvurdering av arbeidet gjennom hele emnet. Studentene oppfordres til å foreslå relativ vektning av aktiviteter i helhetsvurderingen, noe som gir studentene et visst handlingsrom i vurderingen⁶.

Samarbeid er en viktig fellesnevner i læringsdesignmodeller for gjenstridige problemer. GEOV114 benytter derfor undervisningsrom som er spesielt utviklet for gruppebasert aktiv læring med digital læringsteknologi (Fig. 1). Et annet sentralt element i utformingen av emnet som også må fremheves, er betydningen av **samfunnsrelevant kontekst**. Emnet avsluttes med en debatt om et tema som omfatter bærekraft og biosfæren. Studentene deler seg i tre lag ("for", "mot" og "publikum") og gjennomfører en debatt om et vanskelig og brennende aktuelt spørsmål, som for eksempel: "Er 'grønn vekst' mulig?" (2021), eller "Er et vegansk kosthold bærekraftig?" (2022). Som forberedelse leser alle seg opp på (a) biosfærens rolle som en grunnleggende ressurs for vår sivilisasjon og dermed grunnleggende for alle bærekraftsmålene, (b) argumenter på begge sider av saken, og (c) prinsipper for saklig debatt og argumentasjon. Under debatten legger hvert lag frem sine argumenter og svar i flere runder, og svarer på spørsmål fra publikum før debatten oppsummeres (Fig 1). Denne aktiviteten setter faget inn i en samfunnsrelevant kontekst og oppmuntrer til systemtenkning, som en del studenter reflekterer rundt i læringsloggen (se vedlegg).



Figur 1. Venstre: En gruppe GEOV114-studenter samarbeider om å rekonstruere biologisk mangfold og masseutryddelseshendelser i jordens historie ved hjelp av data de strømmer fra nettbaserte databaser og analyserer i et programmeringsmiljø. Høyre: En av "publikumsgruppene" forbereder sin siste runde med spørsmål og oppsummering av debatten om temaet "Er et vegansk kosthold bærekraftig?". Lysbildet i bakgrunnen viser til FNs bærekraftsmål nummer to: Utrydde sult.

I de fire årene emnet har eksistert har både utvikling og gjennomføring av emnet involvert et **tverrfaglig lærerteam** med to vitenskapelig ansatte (med bakgrunn i geovitenskap og biologi), flere stipendiater, samt assistenter rekruttert fra tidligere studentkull. Noen av stipendiatene har bidratt med ekspertise innen programmering, dataanalyse og numerisk modellering. To stipendiater arbeider innen utdanningsforskning og bidrar med utdanningsfaglig og pedagogisk ekspertise. Lærerteamet er til stede i alle undervisningstimene og mens studentene arbeider på sine gruppebord kan de både se og høre hvordan lærerteamet arbeider. Dette bidrar både til å vise hvordan samarbeid er viktig for å løse reelle, gjenstridige problemer (som læringsdesign!) og til å skape et mer inkluderende og mindre hierarkisk læringsmiljø der alle er i samme båt og underviserne tør å vise usikkerhet og feilbarlighet.

Studentene påvirker emnets læringsdesign underveis gjennom læringsloggen og tilbakemeldinger som blir brukt til justering av aktiviteter, vurdering og læringsmiljø. Semesterplanen er derfor alltid tentativ og de siste aktivitetene i emnet blir som regel ikke skapt før semesteret er over

⁶ Bovill C (2020) *Co-creating learning and teaching: Towards relational pedagogy in higher education*. St Albans: Critical Publishing.

halvveis. Studenter har også en mer aktiv rolle i læringsdesignet som assistenter etter at de selv har gjennomført emnet. I tillegg til kontinuerlig justering av aktiviteter og kriterier har studentassistenter også selv foreslått og tatt ansvar for utvikling og gjennomføring av helt nye læringsaktiviteter og tilhørende vurderingsrubrikker. Studentassistenter har også utført fokusgruppeintervjuer og deltatt i åpen koding av intervjudata for så å bli medforfatter på et SoTL-manuskript (se vedlegg). Assistentene i GEOV114 blir derfor viktige ambassadører for aktiv læring og en forskende tilnærming til undervisning.

Resultater og erfaringer - studentenes opplevelser og forbedring av undervisningen

Da emnet først ble lansert i 2019 var undervisningen svært uvant for alle de involverte. For å få en bedre forståelse av studentenes opplevelser ble det utført studentfokusgrupper i 2019. En analyse av intervjumaterialet tyder på at overgangen til aktiv læring kombinert med innføring av programmering for nybegynnere skapte en følelse av usikkerhet og førte til en del motstand blant studentene. Usikkerheten ble trolig forsterket av at studentene hadde litt andre forventninger til emnet, som en student uttrykte det⁷: *"[I] did not expect it to be so based on programming. More on the syllabus, in a way"*. Intervjumaterialet tyder på at en del studenter assosierer læring med fagspesifikt innhold og ikke med utvikling av ferdigheter. Dette er kanskje ikke så overraskende med tanke på at de er vant til skoleeksamen som vurderingsform, og søker dermed strategier som øker sjansen for gode eksamensresultater.

En av aktivitetene i 2019 (aktivitet 7: modellering av karbonsyklusen) var av særskilt interesse, fordi denne aktiviteten ble introdusert eksplisitt som et reelt, ustrukturert (gjenstridig) problem med mange ulike løsningsmuligheter. I denne sammenheng uttrykte noen av studentene en preferanse for tradisjonell undervisning i form av forelesning, f. eks.: *"I really think all of learning activity seven could have been done as lectures."* Når man står overfor et gjenstridig problem, kan behovet for en annen type kompetanse enn "kulepunkt-memorering" samt behovet for å samarbeide og forhandle om mulige løsningsstrategier gjøre studentene demotiverte fordi de ikke opplever den samme læringsfølelsen som de er vant til.⁸ Til tross for klart definerte forventninger i form av detaljerte vurderingskriterier, var mangelen på en klart definert problemløsningsstrategi frustrerende for en del studenter: *"We were asked about the assignment, that it was open to interpretation, or something. I don't like open tasks. I like to be told what is expected."*

"We can't see the same progress in activity 7, as we did in the other activities. In the other assignments you solve one task, and think: yes, I did it, I feel accomplishment. While activity 7 has one big problem that never gets solved."

"One of the worst parts with activity 7 was that you read six different papers, where they give six different numbers on the same reservoir you want to work on. And yeah, that is annoying."

På den annen side tyder intervjumaterialet på at ubehaget som oppsto i møtet med et gjenstridig problem også kunne før til positive opplevelser knyttet til gruppearbeid:

"It was a little hard to start. It was very difficult to agree on what to work on. But after a while, and after a lot of discussion within the group, we agreed on something we wished to work on. And after that, everything went smoothly."

"Previously, we've split the assignment; you take that task, I take this task, we write, read through it, and hand in. But now, we're dependent on understanding it, reading through everything, and depend upon maybe one plotting and someone else writing. So we're more dependent on each other, and it's a harder task, so... you need more than one person."

"You cannot write it [your part of the assignment] yourself without understanding everything else."

⁷ Merk at alt intervjumaterialet fra 2019 har blitt oversatt til engelsk i forbindelse med publikasjon. Refleksjonsnotater fra alle år er derimot direkte sitert, og en del av disse ble opprinnelig skrevet på engelsk av studentene selv.

⁸ Deslauriers L, et al. (2019). [Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom](#). *PNAS* **116**, 19251-19257; Shekhar P, et al. (2020). [Negative student response to active learning in STEM classrooms: A systematic review of underlying reasons](#). *Journal of College Science Teaching* **49**, 45-54.

Studentene ga uttrykk for at de likte å diskutere og dele sin oppfatning av problemet med de andre i gruppen, og selv om det var uenigheter, så førte disse til en mer moden forståelse av samarbeid. Disse funnene er i tråd med læringsdesignmodeller for komplekse systemer, som understreker viktigheten av aktiv læring i samarbeid med andre. For mer informasjon om analysen av fokusgruppene fra 2019, se følgende artikkel: Møller TE, Kvarøy SJ og Hannisdal B (2023). Students' response to the introduction of active learning and computational practices in a bachelor-level earth science course. *Nordic Journal of STEM Education*, 7: 15-26. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v7i1.4827>

Innføring av en kontinuerlig læringslogg

Basert på studentenes tilbakemeldinger og refleksjoner fra det første året, ble det fra og med 2020 innført en kontinuerlig refleksjonsdagbok, eller læringslogg, hvor studentene oppfordres til å være kreative og reflektere over egne opplevelser. Læringsloggen er kun tilgjengelig for den enkelte student og for underviserne, som kan kommentere og stille oppfølgings spørsmål. Læringsloggen utvikler seg i takt med emnet, og i tillegg til emnespesifikke aspekter leser alle noen korte tekster som omhandler læring og utdanning mer generelt, f.eks. Carol Dwecks⁹ "fixed (entity) vs growth (incremental) mindset" og reflekterer rundt disse:

"Jeg vil si at «Incremental theory» er den som best passer med min personlige erfaring knyttet til læring. Jeg spiller i korps, og har sett at folk kan bli ekstremt flinke bare de legger ned en skikkelig innsats gjennom mange år. Jeg vet om flere musikere som er blant de beste i verden i dag, men som ikke var flink da de var yngre :) Tidligere trodde jeg at man måtte være flink tidlig for å bli skikkelig god til å spille et instrument." [Læringslogg, 2021]

Fra og med 2020 har studentene også gitt tydelig uttrykk for et bedre læringsmiljø med mer positive følelser og tilbakemeldinger (se vedlegg), som i disse eksemplene fra læringslogger i 2021 (direkte sitat):

"This course has definitely been something other than all other courses that I have taken. I think the setup in the course made me more eager to learn what we were going through and not feeling that it was something that I had to do. I will definitely bring this experience with me in other courses. Also, I really enjoyed reflecting over my own work. This has made me more aware of how I gain knowledge."

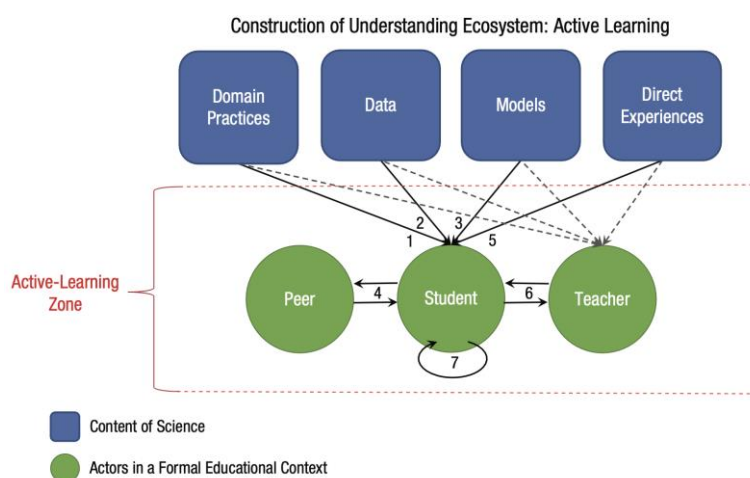
"GEOV114 is the subject with the biggest focus on learning. Personally, I think it's both a good and a bad thing, but mostly good. GEOV114 follows the growth mind-set and focus more on the learning. This makes it more fun and you feel like you actually learn something (as one should in school). The down side is that the school system isn't optimised for this type of structure (I feel)."

Disse sitatene tyder på at GEOV114 fortsatt er veldig annerledes enn andre emner i programmet, men at det er tydeligere for studentene at emnet fokuserer på læringsprosessen. "The school system" henviser til betydningen av slutt karakteren, som fortsatt har stor påvirkning. Fordi vurderingen er basert på eksplisitte kriterier, og fokuserer på arbeidsprosess, tilbakemeldingssykluser og forbedring, får studentene generelt svært gode karakterer i dette emnet. Dette resultatet er i tråd med teorien om at aktiv læring kan løfte alle studenters prestasjoner dersom alle oppfordres til å arbeide på samme måte og opp mot de samme kriteriene (som i Biggs sin fabel om Robert og Susan). Av samme grunn kan studentene heller ikke få en god karakter i dette emnet uten å legge ned en vedvarende arbeidsinnsats og vise forbedring. Noen studenter setter imidlertid spørsmålsteget ved om dette er rettferdig overfor "Susan": *"In other words, you have created a system where the weaker students are not "punished" for not knowing things while the stronger students are not rewarded for knowing things. This, I guess can be a good thing, but I'm not sure that it is."* [Læringslogg, 2022]

En markant økning i antall studenter i 2022 førte til økt bruk av fagfelle vurdering i alle læringsaktivitetene i emnet. Studentene samarbeider parvis om å gi tilbakemelding til to andre studenter, med tilgang til ressurser og forskning som viser hvorfor fagfelle vurdering er effektivt, samt maler for hvordan tilbakemeldinger kan utformes. Studentene reviderer deretter arbeidet sitt i henhold til tilbakemeldingene, leverer inn det reviderte arbeidet, og reflekterer over prosessen i læringsloggen. En systematisk undersøkelse og evaluering av fagfelle vurdering i emnet har ikke blitt gjennomført ennå, men

⁹ Dweck CS (2000). *Self-theories: Their Role in Motivation, Personality and Development*. Philadelphia: Psychology Press

erfaringene så langt tyder på at mange studenter lærer mer effektivt av hverandre, fordi de ser at andre har funnet løsninger de selv ikke var klar over, eller omvendt. Disse erfaringene er i samsvar med forskning på læringseffekten av fagfellevurdering.¹⁰ Læringsloggene i 2022 viser også at mange (men ikke alle) studenter satte stor pris på tilbakemeldings- og revisjonsprosessen: *"Det å ha peer-review og ha muligheten til å revidere å levere en aktivitet på ny er GULL (!!)."*



Figur 2. Undervisningen i GEOV114 kan representeres som en sosialkonstruktivistisk økosystem-modell for aktiv læring. I et aktivt læringsmiljø får studentene direkte tilgang til relevante praksiser (1), data (2), modeller (3) og opplevelser (5) i et fagområde. Læring konstrueres i samhandling med medstudenter (4) og refleksjon rundt egen forståelse (7). Underviseren bruker sin faglige ekspertise til å hjelpe studentene til å skape mening (6). Fra Lombardi et al. (2021). [The curious construct of active learning.](#) *Psychological Science in the Public Interest* **22**, 8-43.

Videreutvikling og overføringsverdi

De to viktigste utfordringene som vil stå sentralt i videreutviklingen av emnet er (1) forbedring av læringsmiljøet gjennom økt **samskaping** med studentene¹¹, og (2) en mer forskende tilnærming til aktiv læring i **samarbeid** med andre.¹² Resultatene og erfaringene i emnet gir innsikt i hvordan studenter kan bygge generelle kompetanser og overførbare ferdigheter som er relevante på tvers av fag og institusjoner. Læringsdesign for gjenstridige problemer vil bli være helt essensielt dersom høyere utdanning skal bidra til å løse utfordringene knyttet til bærekraftig utvikling. Underviserne har allerede delt noen av de generiske vurderings- og refleksjonsverktøyene som har blitt utviklet i emnet (rubrikker, tilbakemeldingsrapportering, læringslogg), og disse kan generaliseres ytterligere og gjøres bredt tilgjengelig. I tillegg til at emnet utvikles gjennom en SoTL-tilnærming til undervisning, er emnet også gjenstand for utdanningsforskning. Intervjuer med studenter og undervisere inngår som datagrunnlag i et doktorgradsprosjekt (Isabela Darcie, Program for universitetspedagogikk, UiB) som omhandler innovative undervisnings- og vurderingsformer i høyere utdanning.

¹⁰ Double KS, et al. (2020). [The Impact of Peer Assessment on Academic Performance](#): A Meta-analysis of Control Group Studies. *Educ Psychol Rev* **32**, 481–509.

¹¹ Bovill C (2020) *Co-creating learning and teaching: Towards relational pedagogy in higher education*. St Albans: Critical Publishing.

¹² Nokes-Malach TJ, et al. (2015). [When is it better to learn together? Insights from research on collaborative learning.](#) *Educational Psychology Review* **27**, 645-656.