

### 3 Pedagogisk refleksjonsnotat, min undervisningsfilosofi

Min undervisningsfilosofi er formet gjennom inntrykk innhentet fra studier, arbeid og undervisning ved fire forskjellige utdanningsinstitusjoner og to ulike land (Universitetet i Oslo, Kjemisk institutt og Institutt for biovitenskap; Utah State University, Department of Chemistry and Biochemistry; Louisiana State University, Department of Chemistry og NMBU). Videre har jeg hele tiden fått påfyll gjennom utveksling av erfaring med kolleger og lesing av relevant litteratur om pedagogi. Min undervisning foregår i hovedsak på fire stadier ved et universitet: 1) et emne som tas tidlig i en bachelorgrad, 2) et emne som tas i det siste semesteret i en bachelorgrad, 3) veiledning av masterstudenter og 4) veiledning av doktorgradsstudenter. Videre er det en stor variasjon i motivasjon og årsak til studenter er deltakere i disse stadiene slik at min undervisningsfilosofi er tilpasset både spesifikke krav jeg setter til meg selv og hva som forventes av studentene selv, samt senere «mottakere» av studentene i ulike sammenhenger. Siden det er en begrensning på lengden av den pedagogiske mappen velger jeg å ta et dypdykk i emne som tas tidlig i en bachelorgrad og veiledning av masterstudenter.

#### **Mitt pedagogiske grunnsyn for undervisning i kjemi**

Mitt pedagogiske grunnsyn har utviklet seg gjennom mange år med undervisning og forskning. Det har sin base i et konstruktivistisk syn hvor studenten selv aktivt må bygge kunnskap. I denne aktive byggingen vil, etter min mening, både Piagets hovedfokus på individuelle og kognitive kunnskapskonstruksjon og Vygotskijs sosiokulturelle læringsteori hvor språket og kulturen er sentralt.<sup>1</sup> Vygotskij mente at læring skjer i et sosialt samspill gjennom interaksjoner mellom individer hvor kultur og språk er viktig. Et sentralt tema hos Piaget er at enkeltpersoner konstruerer sin forståelse og med det er en konstruktiv prosess. Ved kognitiv utvikling må studentene få kunnskap til å passe inn i egne mønstre de må derfor gå til handling på et vis i forhold til denne kunnskapen. Som en generell regel bør studenter observere og så snakke og/eller skrive om det de har erfart. Konkrete erfaringer gir oss råmateriale for tenkningen. I kommunikasjonen med andre vil studentene prøve ut og noen ganger endre sin tenkemåte. Samlet gjør dette at jeg alltid som et utgangspunkt forsøker å male gjenkjennelige bilder av temaer i kjemi med et språk som skaper forståelse. Videre er Vygotskijs tanke om den proksimale utviklingssone viktig.<sup>2</sup> Alle studenter har en del kunnskap og i en læringssituasjon vil studenten tilegne seg mer kunnskap med hjelp fra en lærer. Dette medfører to grenser for studenten. Den første grensen er hva studenten klarer å forstå alene og den andre grensen er den studenten ikke får til selv med hjelp. Sonen mellom disse grensene kalles den proksimale utviklingssone. Det spennende er at denne sonen er dynamisk og endres under læringsprosessen. Ved riktig tilnærming til undervisning vil den proksimale utviklingssone flyttes utover samtidig med den grensen for studenten for hva studenten får til selv med hjelp.

Et viktig mål i vitenskapelig utdanning er utvikle vitenskapelig resonnering. I kjemi betyr dette å kjemisk kunnskap til bygge forklaringer, begrunnelser og argumenter.<sup>3</sup> Taber hevder at slik resonnering krever at studentene evner å krysse tre nivåer i kjemi:<sup>4</sup>

- Makronivå, som er den verdenen vi er hvor vi kan observere med sanser og vitenskapelig instrumenter.

- Mikronivå, hvor atomer og molekyler er og teoretiske modeller utviklers for å forklare observasjoner.
- Symbolsknivå, som er formler, likninger, grafer og tabeller som er verktøy for å utvikle modeller.

Det er en utfordring å koble observerte fenomener på makronivå og modellene som lages for å forstå det skjer på mikronivå.<sup>5</sup> Dette sammenfaller med læring av kjemi generelt hvor det ofte blir et for stort fokus på mikro- og symbolsknivå uten å få de nødvendige koblingene til makronivået. Selv om kjemiutdanning krever en kobling mellom fenomen og vitenskapelige konsepter, fordrer en slik kobling en kompleks forståelse av konseptene. Talanquer argumenter for at de som skal lære kjemi må få muligheten til å utforske selv reelle systemer og eksempler for å bygge egne modeller for å beskrive systemene.

Osboborne og Collins, blant andre, argumenterer for at utdanning av kandidater i naturvitenskapen ikke kun skal være en utdanning av forskere som skal virke innenfor naturvitenskapen, men skal inneholde en utdanning av framtidige samfunnsborgere som kan ta informerte beslutninger i et demokrati.<sup>6</sup> I dette tilfellet er det ikke nok å *vite* hva et fenomen er, men også forstå *hvordan* dette relateres til andre hendelser og *hvorfor* det er viktig og *hvordan* et spesielt verdenssyn har oppstått.<sup>6</sup> Det hevdes derfor at vitenskap for samfunnsborgere trenger å ha fokus på hvordan vitenskap fungerer. Dette er spesielt viktig for kjemiutdanningen ved NMBU hvor FNs bærekrafts mål er sentrale i vår strategi for forskning og utdanning. Praktisk arbeid for eksempel i et laboratorium er sett som på læring av konsepter, men blir ofte siktet inn mot hvordan man håndterer et vitenskapelig instrument og ikke hvordan man diskuterer vitenskapelige ideer.<sup>7</sup> Når en kandidat er ferdig etter fem års utdanning ved NMBU må han eller hun evne til å sette sitt bidrag i utdanningen og forskertrening inn i et større perspektiv.

### **Undervisning i generell kjemi (KJM100), emnet som tas tidlig bachelorgraden**

Jeg har hatt emneansvaret for generell kjemi siden 2004 og har hatt hovedansvaret for utvikling av dette emnet siden. Foranledningen til at jeg tok over emneansvaret var et krisemøte mellom rektor, fortvilte studenter og IKB (nå KBM). Det var stor misnøye med hvordan undervisningen ble utført. Emneevalueringer ga lav score (2.8 av 6) og det var en meget høy strykprosent (~40 %). For meg var dette var en gyllen mulighet til å gjennomføre og utvikle min læringsfilosofi og meldte meg frivillig til å ta over ansvaret for emnet til litt sjokk og glede for mine kolleger. Det første pedagogiske grepet jeg gjorde var å redusere "tavleundervisningen" til maksimum 15 % for å friggi tid for studenter å jobbe aktivt med stoffet. Forelesninger skal introdusere temaet, demonstrere viktigheten av temaene inn mot flere studieretninger, illustrere disse med eksempler ved bruk av modeller og bilder for å øke forståelsen og demonstrere strategier for oppgaveløsning. Mengde pensum ble økt for å være på linje med ander nasjonale og internasjonale utdanningsinstitusjoner. For å sikre utviklingen av ferdigheter for kvantitativ og kvalitativ analyse av kjemiske problemstillinger, egenaktivitet, og trening opp mot å få et godt læringsutbytte oppfordres studentene til å løse oppgaver. For å få til dette ble dyktige doktorgrads-, mastergrads- og bachelorstudenter benyttet for veiledning av studenter for det vi kaller regneverksted. Dette er helt i tråd med NMBUs undervisningsfilosofi "studentene er en viktig læringsressurs for hverandre og deltar aktivt i undervisningen av sine medstudenter" (selv om denne undervisningsfilosofien ble innført ved NMBU en del år senere). Videre er dette også viktig i forhold til Vygotskijs tanke om den proksimale utviklingssone. Ved tett

oppfølging øker mulighetene for at studentene får flyttet grensen for studenten for hva studenten får til selv med hjelp.

En sentral strategi i undervisningen er å sikre en god sammenheng mellom undervisningsform og læringsutbytte og hvordan vi evaluerer tilegnet kunnskap. Ved NMBU belyses 17 sentrale temaer i kjemi. For studentene generelt og spesielt de som skal studere kjemi videre er det essensielt at de utvikler ferdigheter for kvantitativ og kvalitativ analyse av kjemiske problemstillinger på det basale nivået. Videre er det også viktig at vi synliggjør nytten av emnet i sin utdanning. Det er og avgjørende at studentene må være aktive i læringen. For å sikre utviklingen av ferdigheter for kvantitativ og kvalitativ analyse av kjemiske problemstillinger, egenaktivitet, og trening opp mot å få et godt læringsutbytte oppfordres studentene til å løse oppgaver. Læringsutbytte defineres av 731 oppgaver som i snitt tar tre minutter å løse og som studentene har tilgjengelig i læringsplattformen canvas. Hvert tema i KJ100 har mellom 19 og 69 oppgaver som belyser de sentrale deltemaene. Oppgavene er både av kvantitativ (utregning av stoffmengder, energioverføringer etc.) og kvalitativ (logisk analyse gitt i henhold til en kjemisk problemstilling) art. I canvas er det også utarbeidet forslag på hvordan oppgavene kan løses slik at studentene kan lære dette på egenhånd eller i grupper med andre. Dette i tillegg til veiledningen gjennom regneverksteder. I tillegg viser jeg strategier for hvordan man løser slike oppgaver under forelesning av de ulike temaene gjennom 98 eksempler samt gjennom fire repetisjonsforelesninger gjennom semesteret før studentene har delprøver over temaene. For å sikre jevn jobbing med emnet gjennom hele semesteret vurderer vi læringsutbytte gjennom å arrangere fire delprøver gjennom semesteret. Hver delprøve dekker ~25 % av totalt pensum og består av 15 spørsmål med lik form som de som er tilgjengelig på canvas og det som gjennomgås under forelesninger for å sikre trygghet for studentene når de testes for ervervet læringsutbytte. I tillegg inneholder siste delprøve 15 spørsmål fra hele pensum for å oppmuntre til refleksjon og modning til det man kalle den røde tråden mellom de ulike temaene i emnet. I en spørreundersøkelse, vi gjør dette regelmessig i tillegg til emneevalueringer, ble studentene spurt i hvilken grad de synes det var nyttig å løse oppgaver for å tilegne seg kunnskap i generell kjem hvor 94 % svarte i stor grad, 6 % var nøytrale og 0 % svarte i liten grad. Meget interessant er det også å studere emneevalueringen studentene gir oss. Her har vi et spørsmål ("Hva fungerte godt i emnet og hva bidro mest til din læring?") hvor studentene svarer ved å skrive en kommentar. Av 117 som benyttet seg av denne muligheten trekker 77 fram oppgaveløsning som positivt for sin læring.

Som nevnt skal forelesninger introdusere temaet, demonstrere viktigheten av temaene inn mot flere studieretninger og illustrere disse med eksempler ved bruk av modeller og bilder for å øke forståelsen i tråd med Piagets syn om at studentene må få kunnskap til å passe inn i egne mønstre og Vygotskijs syn på at språket må tilpasses slik at det blir gjenkjennelig for studentene. Det er spesielt her jeg drar nytte av å være en aktiv forsker og har hatt emneansvaret for generell kjemi i 17 år. Gjennom min egen forskning, nøye lesing av vitenskapelige artikler og deltakelser på nasjonale og internasjonale vitenskapelige konferanser henter jeg inspirasjon og eksempler på fenomener som er viktige i generell kjemi. Spesielt benytter jeg meg gjerne av spektakulære eksempler. Selv om eksemplene kan være avanserte er *grunnprinsippet* i disse ikke mer viderekommen enn det studentene lærer i generell kjemi. Et viktig tema er intermolekylære bindinger. Det vil si bindinger som holder to eller flere molekyler sammen som for eksempel mellom to DNA tråder i en celle. Her viser jeg tre forskningsresultater,

inkludert en høyoppløselig film hvordan menneskets immunsystem (neutrofiler) som angriper en bakterie, som er publisert i de høyest rangerte vitenskapelige tidsskrift som *Science* og *Nature*. Dette etter inspirasjon fra vitenskapelig konferanser. Slike eksempler viser og at selv i et begynneremne i kjemi så har vi forskningsbasert undervisning.

Jeg henter og inspirasjon fra forskningsmiljøer ved NMBU og for å vise relevans for andre studieretninger enn kjemi. I år var det 423 studenter i generell kjemi (rundt 80 % av NMBUs førsteklasse) og kun 30 av disse skal ha kjemi videre. Noen skal bli husdyrvitere mens andre f.eks. byggingeniør. Blant annet går jeg gjennom en rekke med fem koblede likevekter sentrale for benbygning (husdyrvitenskap) og fjellerosjon (miljøvitenskap), sammenheng mellom pH og fenotyp hos planter (plantevitenskap), reaktive oksygen species (ROS) og antioksidanter (ernæring og helse), kobling mellom funksjonelle grupper i organisk kjemi og lukt (sensorisk analyse) og en sammenheng mellom pH og utslipp av klimagasser (miljøvitenskap) blant flere kasuser. På spørsmål om i hvilken grad det er viktig å illustrere temaer med eksempler fra forskning, dagligliv og relevante studieretninger videre svarer studentene i stor grad (82 %), nøytralt (18 %) og i liten grad (0 %).

Kjemi en eksperimentell vitenskap. Dette betyr at generell kjemi må inneholde en laboratoriedel hvor studentene utfører eksperimentelle forsøk for å demonstrere hvordan man kan oppnå koblingene mellom makro-, mikro- og symbolsknivå som Taber beskriver. Det har også en "oppdragende effekt" gjennom at det viser studentene at det som blir presentert i boka og på forelesninger er resultater man får gjennom eksperimentelle forsøk. Laboratorieøvelser er også særs stimulerende for studentaktiv læring hvilket studentene setter stor pris på. Det er også en klar kobling mellom det jeg foreleser av tema og *når* jeg foreleser det i forhold til laboratorieforsøkene. Vi har syv studentøvelser som dekker ti av temaene i generell kjemi. Et av disse temaene er kjemisk likevekt. Dersom denne studentøvelsen gjennomføres i uke 9 så foreleses teorien og strategier for oppgaveløsning i uke 8. Vi ligger alltid en uke før i gjennomgang av teori før studentøvelser gjennomføres. I laboratoriehefte har vi en kort oppsummering av nødvendig teori samt at det er en direkte kobling i denne teorien opp mot de forsøkene studentene skal utføre. For at studentene skal få forberedt seg maksimalt til laboratorieforsøkene slik at tiden på laben skal gå til læring gjennomfører vi en quiz på canvas i forkant med temaer fra øvelsene. I tillegg har vi filmet sentrale deler av forsøksoppsett og eksempler på utførelse av enkelte forsøk. Dette er også tilgjengelig på canvas hele semesteret. Dette tiltaket er meget populært og velkomment og er en erkjennelse av at dagens studenter ofte benytter seg av film for læring for eksempel ved bruk av YouTube. Jeg synes det er verdt å nevne at det første semesteret jeg underviste ga en økning i score på emneevalueringen fra 2.8 til 4.8 (av 6 mulige) og strykprosenten ble redusert fra 40 % til 10 %.

En utfordring er at det er en stor variasjon i studentenes bakgrunnskunnskaper og hvorvidt de KJ1 og KJ2 fra videregående skole. Dette er fag som åpenbart er fordel å ha bestått med en god karakter for å tilegne seg læringsutbytte i generell kjemi. For å minske kunnskapsgapet for de studenter som ikke har KJ1 eller KJ2 fra videregående skole har jeg utviklet et forkurs i kjemi (KJM007). Dette emnet er en blanding av KJ1, KJ2 og deler av KJM100. Tolv av de 17 temaene i generell kjemi blir belyst gjennom 1 time forelesning og 2 timer oppgaveløsning over 7 kvelder i januar rett før semesteret i generell kjemi begynner. Den samme undervisningsfilosofi som for KJM100 ligger til grunn for KJM007. Jeg som emneansvarlig for generell kjemi har ansvaret for forelesningene og oppgaveløsning for å sikre

en rød tråd gjennom begge emner. I forkurset benytter jeg meg av en god blanding av unike foiler for KJM007 og like som for KJM100. Dette for å kombinere to forskjellige innfallsvinkler til å presenter stoffet versus det å oppleve en gjenkjenning og en repetisjon når det presenteres i KJM100. Sentralt her er og oppgaveløsning. Med meg har jeg en meget motivert og dyktig senioringeniør i Anne Gravdahl og to dyktige bachelorstudenter i kjemi hvert år til å hjelpe med oppgaveløsninger etter forelesningen. Her har vi 193 oppgaver tilgjengelig for tidlig å vise at det er oppgaveløsning som gjør mester. På spørsmål om i hvilken grad forbereder KJM007 deg til KJM100 svarer studentene i stor grad (80 %), nøytralt (20 %) og i liten grad (0 %). Videre på spørsmål grad av viktighet av å ha samme lærer i KJM007 som i KJM100 svarer studentene i stor grad (87 %), nøytralt (13 %) og i liten grad (0 %). Tilslutt på spørsmål om det er viktig med gjenkjenning og repetisjon ved ha noen like foils i KJM007 og KJM100 svarer studentene i stor grad (80 %), nøytralt (20 %) og i liten grad (0 %). Det er også verdt å nevne at forkurs i kjemi ikke gir studiepoeng og at studentene må benytte seg egen fritid sene januarkvelder for å delta. Allikevel er det normalt mellom 150 og 180 studenter som benytter seg tilbud om forkurs i kjemi.

### **Veiledning av masterstudenter**

Utgangspunktet for veiledning av masterstudenter, om studenten ønsker det, er at de skal muligheten til å anvende seg selv og den kunnskap de har ervervet gjennom studiene så langt til få en grundig innføring og trening i hvordan man utfører forskning av høy vitenskapelig kvalitet innen fagfeltet kjemi eller bioteknologi hvilke er mine forskningsområder. Videre skal de få muligheten til å plassere sin utdanning og forskning inn i et større perspektiv i vitenskapen og samfunnet. Kjemi og bioteknologi er eksperimentelle vitenskaper som innebærer generering av forskningsdata gjennom laboratoriearbeid. Alle masterstudenter jeg veileder får tilbud om å være en del av min forskningsgruppe som aktive forskere på et pågående prosjekt. Dette er et tilbud alle takker ja til. Så langt har jeg veiledet 50 masterstudenter. Nivået på masteroppgaven tilpasses selvsagt masterstudentens ambisjon og bakgrunn. Uansett hva slags nivå som velges så utføres forskningsarbeidet etter standarder som gjør at dette kan publiseres i et vitenskapelig tidsskrift med fagfelleevaluering. Dette medfører at forskningsprosjektet skal ha en klar hypotese som skal testes. Forsøkene som utføres skal enten styrke eller forkaste denne hypotesen. Det er viktig å designe forsøksoppsettet slik at det er relevant for å kunne kobles mot hypotesen. Dette innebærer god planlegging av forsøket slik at man måler det man ønsker, gjerne måle samme fenomen med flere metoder, har med både positive og negative kontroller for verifisering, viser reproduserbarhet for målingene, bestemme hvor mange observasjoner som må utføres for å ha en statistisk signifikans i målte verdier og kunne tolke resultatene i sammenhengen med hypotesen. Benyttet metode og forsøksoppsett må redegjøres for skriftlig slik at andre forskere kan benytte denne og få samme resultat ved likt oppsett. Videre skal resultater tydeliggjøres i form av tekst, grafer, figurer og tabeller uhildet før disse diskuteres i en egen tekst hvor målet er å sette resultatene inn et større perspektiv innen den gitte problemstillingen og gjerne i et samfunnsmessig perspektiv i tråd med Osbourne og Collins argumentasjon.

Hver masterstudent har ansvar for et delprosjekt som en del av et større prosjekt som ledes av en doktorgradsstudent, postdoktor eller direkte under meg. Jeg har det overordnede ansvaret for alle forskningsprosjekter. Doktorgradsstudentene og postdoktorene fungerer i disse

tilfellene som medveiledere for mastergradsstudentene. Dette er en meget god trening i veiledning og undervisning for disse som de har stor nytte av i sin kvalifisering til å bli selvstendige forskere senere i den akademiske karriere eller i forskningsmiljøer utenfor Akademia. I alt har 13 av mine tidligere og nåværende doktorgradsstudenter og postdoktorer fått slik trening. Selv om masterstudentene får god veiledning og har mulighet til å få dette gjennom hele oppgaven så oppfordrer vi til at de tidlig får eierskap til masteroppgaven og å lære seg å være selvstendige i planleggingen og utføringen av laboratoriearbeidet. Dette fremmer god læring, uavhengighet og forståelse for problemstillingen. I tillegg krever rammeverket for karaktersetningen at selvstendighet i forhold til forskningsarbeidet er en forutsetning for å få en toppkarakter på mastergraden. For ambisiøse studenter har jeg erfart at det er viktig at de har en mulighet til å få toppkarakterer. Grad av veiledning tilpasses alltid ambisjon og ferdighetsnivå hos studentene.

Dersom mastergradsarbeidet er av høy nok kvalitet og nyhetsinteressen stor nok blir det vitenskapelige arbeidet publisert i et vitenskapelig tidsskrift med fagfelleevaluering. Så langt har jeg publisert 24 publikasjoner i vitenskapelige tidsskrifter med fagfelleevaluering hvor masterstudenter er medforfattere. Dette ser jeg som en meget god kvalitetskontroll på det vitenskapelige arbeidet masterstudentene utfører. Jeg selv har 110 vitenskapelige tidsskrifter i med fagfelleevaluering hvilket viser hvor viktige masterstudenter er for meg og min forskningsgruppe og hvor integrert de er i denne gruppen. Videre er masterstudentene med på de regelmessige møtene vi har i forskningsgruppa. Her presenterer alle status for forskningsarbeidet og alle kommer med konstruktive innspill på hverandres progresjon og hva som er naturlige skritt videre. Dette gjør at alle føler seg inkludert og får et medeierskap til forskningsporteføljen i gruppen. Masterstudentene får også med dette verdifull trening i å formidle forskning. Vi diskuterer også relevant forskningslitteratur slik at masterstudentene får et tydeligere bakteppe i sitt tema og lettere kan diskutere sine resultater i en større sammenheng enn om de måtte gjøre dette alene. Krittisk tenking over hva ens eget bidrag gjennom masterarbeidet er i det forskningsfeltet de deltar i ser jeg at er meget viktig og inspirerende.

### **Kollegaveiledning og mentorvirksomhet**

Jeg har alltid vært ivrig etter å høste undervisningserfaringer fra kolleger og deler gjerne min egen erfaring med andre. Det å ha emneansvaret for tre kjemiemner har gitt meg en unik mulighet til å være mentor for studenter og yngre forskere som ønsker å utvikle seg som undervisere. Jeg har ved to anledninger latt henholdsvis en stipendiat som arbeidet med kjemididaktikk i hennes doktorgradsoppgave og en postdoktor i min forskningsgruppe hatt ansvaret for gjennomføring av alle forelesninger i generell kjemi. Postdoktoren har i tillegg også hatt ansvaret for gjennomføring av forelesninger og kollokvier i fysikalsk kjemi. Begge er og var dyktige undervisere med betydelig undervisningserfaring før de fikk dette ansvaret. Stipendiaten gjennom sin erfaring som studentassistent ved flere kjemiemner og gjennom hennes lektorutdanning ved NMBU og postdoktoren som studieassistent ved flere kjemiemner, avdelingsingeniør ved emnet tidligere, samt medveileder for 21 masterstudenter sammen med meg i min forskningsgruppe. Under gjennomføringen av undervisningen hadde vi regelmessige møter hvor vi diskuterte ulike pedagogiske grep man kan ta for å møte den utfordringen det er å undervise i slike emner. Jeg har i tillegg vært offisiell mentor for to henholdsvis PPU og lektorstudenter ved NMBU som hadde sin ene praksisperiode ved NMBU i henholdsvis

fysikalsk kjemi og generell kjemi. I begge tilfeller deltok jeg i observasjoner av undervisningen med medfølgende diskusjoner i etterkant. Det var spesielt viktig for begge studentene at vi hadde oppmerksomhet på deler av undervisningsutføringen de syntes var spesielt utfordrende (kommunikasjon, grep for å forklare komplekse sammenhenger, aktivisering av studenter, overkomme frykt, øke trygghetsfølelsen og liknende). Disse prosessene opplevde jeg som særs nyttig både for studentene så vel som for meg. Jeg har alltid hatt en tydelig undervisningsfilosofi for de fire forskjellige stadiene i universitetsutdannelsen og det var meget lærerikt å kunne diskutere min didaktiske tilnærming til stadiene, tidlig og sent i bachelorutdanningen, både med PPU/lektorstudentene samt med deres interne veileder ved Seksjon for læring og lærerutdanningen. Det var meget lærerikt å kunne harmonisere deres kunnskap om generelldidaktikk og kjemididaktikk med min undervisningsfilosofi og -gjennomføring.

Videre har jeg hatt hoved- og delansvar for å følge opp 14 doktorgradsstudenter og 200 mastergrads- og bachelorstudenter som har deltatt i forkurs i kjemi, generell kjemi og fysikalsk kjemi som hjelpelærere i laboratorie- og kollokvieundervisningen. Vi har bevisst hatt en filosofi i samsvar med NMBUs undervisningsfilosofi for å inkludere studenter i vår undervisning for å gi disse en utdanning i undervisning i tillegg til det faglige, gi studentene mulighet til å søke hjelp hos lærere som er nærmere dem i kunnskapsnivå, alder og "rangstige", samt adressere kapasitetsbehovet vi har ved gjennomføring av så omfattende emner. Videre har jeg hatt hovedansvaret for å følge opp 7 doktorgradsstudenter som har påtatt seg et stort ansvar for tilrettelegging og gjennomføring av administrasjon i forbindelse med undervisningen.

Systematisk kollegieveiledning har jeg utrettet i mine to perioder som undervisnings- og studieleder ved fakultetet jeg er ansatt. Vi følger opp emneansvarlige som ønsker endringer i hvordan de tilrettelegger undervisning med konkrete råd og innspill. Erkjennelse om behov for endring kan komme som et resultat av emneevalueringer over tid eller et ønske om fornyelse i forhold til emneinnhold og mulighet for undervisningsstrategier forbedres. Konkrete råd og innspill er rettet mot undervisningsinnhold, undervisningsmetoder, valg av arena og form man bruker til undervisning, interaksjon med studentene og teknikker man kan benytte for å meddele kunnskap. Vi drar nytte av erfaringer vi har fra andre emner med fakultetet som scorer høyt på registrert læringsutbytte og gjentakende positive emneevalueringer. Videre er det ved fakultetet vedtatt i strategien at doktorgradsstudenter og postdoktorer skal kunne tjene inn finansiering til et ekstra år gjennom ekstraarbeid for eksempel rettet mot undervisning. Ved fakultetet er det til enhver tid rundt 60 meget faglig sterke doktorgradsstudenter og postdoktorer som kan benyttes inn i emner der vi ser det er nødvendig med en endring.

I tillegg har jeg ved flere anledninger, spontant og planlagt, diskutert strategien jeg benytter i min undervisning, spesielt rettet mot generell kjemi, med kolleger ved eget fakultet og universitet samt andre utdanningsinstitusjoner. Et eksempel er etter oppfordring av daværende prorektor for utdanning om å dele erfaringer med tilsvarende miljøer ved Høgskolen i Østfold etter nominering til NOKUTs utdanningspris. Ved egen institusjon har jeg gjort dette i forbindelse med at kolleger og jeg har bli nominert til og vunnet undervisnings- og utdanningspriser ved eget fakultet eller universitet. Ved KBM har vi en fast post en gang i måneden vi kaller PedPrat hvor lærere deler sine erfaringer gjennom et foredrag med påfølgende diskusjoner hvor jeg har deltatt med "Undervisning i KJM100

- Hvordan Norges minste universitet underviser i Norges største generellkjemiemne for studenter som ikke skal studere kjemi." Jeg har i tillegg dratt stor nytte av at mitt fakultet har hatt og har flere emner i basisfag som har mange (over fire hundre) studenter. Det er likhetstrekk i hvordan vi organiserer undervisningen og evner at studentene føler seg sett og hørt selv om de er mange og hvordan vi aktiviserer studentene i læringen. Diskusjoner har foregått både i uformelle og formelle fora. Spesielt har jeg gjort dette ved de flere anledninger jeg har hatt som evaluator av studieprogram og sensor og tilsynssensor for emner. Et eksempel var en rundt-bordet diskusjon med faglærere ved OsloMet i forbindelse med at jeg ledet den eksterne evalueringen av studieprogrammet "Kjemi og bioteknologi". Etter ønske fra faglærerne hadde vi erfaringsutveksling i hvordan man best underviser generell kjemi og fysikalsk kjemi ved våre respektive institusjoner. Motivet var hvordan man best engasjerer studentene i aktiv læring samt hvordan man tilpasser illustrasjon av temaer i emnene til målet emnet har i studieprogrammet. Det siste for å øke følelsen av relevans emnet har for utdanningen og det første for å oppnå bedre læring.

### **Arbeid med studieprogrammer**

Som nyansatt førsteamanuensis i fysikalsk kjemi ved NMBU (den gang Norges landbrukshøgskole, NLH) i 2000 var jeg tidlig bevisst at jeg ønsket å delta i utviklingen av emner inn i et bestemt studieprogram, utviklingen av studieprogrammer og kunne se helheten av studieprogrammer i en utdanningsinstitusjon. Etter tre måneders ansettelse ble jeg medlem av undervisningsutvalget ved mitt institutt (IKB) og studieprogramutvalget for matvitenskap som representant for IKB. Siden har jeg vært leder eller medlem av 37 utvalg, komiteer eller styrever som har til hensikt å utvikle eller evaluere kvaliteten på studieprogrammer. Dette inkluderer å være prorektor for utdanning ved NMBU, leder av sentralt studieutvalg ved NMBU, medlem og nestleder i universitetsstyret ved NMBU, styreleder i en nasjonal forskerskole (BioStruct), studieleder ved fakultetet (og tidligere institutt) og med det leder av lokalt studieutvalg og medlem av sentralt studieutvalg, leder av to programråd og medlem av flere andre. I tillegg har jeg evaluert den totale fagportefølje, studieprogrammer og emners tilpassing i studieprogrammer som medlem av NOKUTs evalueringskomite for akkreditering Høgskolen i Bodø for å oppnå universitetsstatus, leder av evaluering av studieprogrammet "Kjemi og bioteknologi" ved OsloMet, medlem av komiteen for evaluering av studieprogrammet "Biologisk kjemi – bioteknologi", leder av internevaluering og benchmarking av åtte studieprogrammer ved IKBM og tilsynssensor i syv emner ved Universitet i Oslo. Som studieleder ved KBM nå har jeg det øverste ansvaret for å følge opp eksternevaluering av åtte studieprogrammer. Jeg har også vært med på å opprette to studieprogrammer ved NMBU (bachelor i biologi og master program i teknologi retning kjemi og bioteknologi), tre emner ved NMBU (forkurs i kjemi, generell kjemi, og fysikalsk kjemi) og et ved Universitetet i Oslo (Katalyse og industriell kjemi). Dette har gitt meg et unikt innblikk i oppbyggingen av enkeltemner, deres innpassing i studieprogrammer og en helhetlig innpassing av et studieprogram inn i en utdanningsinstitusjon. Fellesnevner for mitt syn på emner og studieprogram er kvalitet og at de skal passe inn i profilen til utdanningsinstitusjon. Et emne i en disiplinutdanning må inneholde de temaene som det normalt er i emnet i andre nasjonale og internasjonale utdanningsinstitusjoner. Et eksempel er fysikalsk kjemi. Et slikt emne må inneholde lære om kinetikk, termodynamikk og kvantemekanikk. Allikevel er det



viktig at eksempler i disse temaene hentes fra biologien ved NMBU som utdanner mange biologer mens eksempler bør hentes fra industrielle tematikker ved OsloMet som utdanner ingeniører. På samme måte er det naturlig at bachelor og master i bioteknologi ved NMBU har et av hovedfokusene på fundamental forståelse av bakterier generelt samt anvendt mot bruk i matvitenskap og bioraffinering siden dette er sentralt for forskning og utdanning ved NMBU mens Universitetet i Stavanger har sitt bachelorstudium i biologisk kjemi – bioteknologi har et av hovedfokusene rettet mot HMS, miljøkjemi og fag- og yrkesetiske problemstillinger siden målet er å utdanne kandidater om tar et ansvar for samspillet mellom teknologi, miljø og samfunn.

### **Oppsummerende betraktninger**

Min pedagogiske mappe er skrevet som en søknad om å bli merittert underviser. Jeg ønsker med dette avsnittet å reflektere spesielt over kriteriene for å oppnå den statusen, og gjøre en egenervering knyttet til disse. Kriteriene er som følger:

1. Undervisning i tråd med NMBUs læringsfilosofi.
2. En klar utvikling over tid.
3. En forskende tilnærming
4. En kollegial holdning og praksis

Det som i dag er NMBUs læringsfilosofi har vært min undervisningsfilosofi gjennom hele mitt virke som førsteamanuensis og professor ved NMBU. Denne filosofien har vokst fram i meg siden starten av min lærergjerning i 1992 som hovedfagsstudent ved Universitetet i Oslo og fram til dagen i dag som professor ved NMBU. Jeg har etablert tre emner i kjemi ved NMBU og utviklet disse over mange år. Min tilnærming til undervisningen er under konstant evolusjon. Jeg er meget forskende på min egen undervisning. Det at jeg har hatt emneansvarene over så lang tid (hhv. 17, 18 og 20 år) gjør at jeg har hatt muligheten å modifisere min undervisningspraksis og evaluere om grepene har vært riktig eller ikke. Eksempler i generell kjemi inkluderer endring eller utvidelse av eksempler på de ulike temaene jeg presenterer i forelesninger. Jeg leser og nøyte alle kommentarer i emneevalueringer og gode poenger fremlagt der inkorporerer jeg inn i forelesningsfoilene. Dette kan være å inkludere flere og vanskeligere regneoppgaver for å gå igjennom strategier for å løse slike. Videre er jeg dialog med hjelpelærerne gjennom semesteret for å plukke opp om det er noen felles temaer som anses som utfordrende så gir jeg dette større oppmerksomhet når jeg foreleser disse temaene. Underveis og etter endt semester har vi emneansvarlige en intern evaluering av emnet og endrer på undervisningsopplegget der vi finner det nødvendig. Samlet er det en stor fordel at vi her er i alt fire ansatte som har vært involvert i emnet mer enn 14 år slik at vi har fått et stort erfaringsgrunnlag i hva som er lurt å endre. Det er like viktig ikke å endre ting som er bra som det er å endre ting som ikke fungerer optimalt. I årets emneevaluering ønsker og å trekke fram at scoren er 5.08 og 5.05 på hhv. "Jeg har hatt en klar forståelse av hva som var forventet at jeg skulle lære i emnet" og "Emnet var godt strukturert og organisert". Dette resultatet er vi enormt stolte av med tanke på diversiteten av studenter som har dette emnet og med tanke på at all undervisning ble flyttet over i digitale rom fra 12 mars. Vi scorer og 4.47 (med en median på 5.00) på spørsmålet "Basert på erfaringene dette semesteret, hvor egnet synes du dette emnet er til å bruke digitale læringsverktøy i undervisningen?" Dette viser at vårt systematiske arbeid

over lang tid med å gjøre vår undervisning digitalt tilgjengelig har vært en suksess og at vi har en robust og kunnskapsrik ramme rundt vår undervisning.

Ved å undervise i de fire stadiene ved et universitet får jeg samtidig et helhetsblikk på totaliteten av vår utdanning ved NMBU. Jeg kan observere om det vi leverer tidlig i utdannelsen er god nok basis for det som kommer mot slutten. Dette er en styrke med hensyn til å se om vi utdanner kandidater som faktisk har "kunnskap, kompetanse og ferdigheter som kreves for å møte de store globale samfunnsutfordringene." Spesielt ser jeg dette ved at jeg har uteksaminert 50 masterstudenter og kan observere syntesen av alle emner og kunnskapservvelser i det de leverer i sine masteroppgaver og deres arbeid med disse. Jeg må innrømme at jeg føler en stor stolthet over for å ha fått lov til å være med på deres reise og jeg mener at vi overbringer kandidater til samfunnet som kan møte disse utfordringene.

Til sist en refleksjon om jeg kan vise til gode undervisningsresultater og om jeg har levert en god kollegial holdning og praksis. I alle årene jeg har undervist generell kjemi har scoren på emneevalueringer aldri vært under 4 hvilket kvalifiserer til en lokal undervisningspris ved KBM. I år, 16 år etter at jeg underviste i generell kjemi første gang, ble gjennomsnittsscoren 4.62 (med en median på 5.00) på spørsmålet "Alt i alt, hvor tilfreds er du med emnet?" I tillegg til lokale undervisningspriser ved KBM ble jeg tildelt NMBUs utdanningspris sammen med Yngve Stenstrøm, Trygve Almøy, Ellen Sandberg og Guri Feten for "Pedagogiske tiltak for å aktivisere studentene i de store basisemnene kjemi og statistikk". Jeg ble og tildelt pris for NMBUs beste foreleser for "Arbeid med forkurs i kjemi (KJM007) og fysikalsk kjemi (KJM230)" i 2004. Videre har jeg publisert 24 vitenskapelig artikler i internasjonale tidsskrifter med fagfelleevaluering med masterstudenter og 12 av mine masterstudenter er blitt tilbudt stilling som doktorgradsstipendiater ved ulike universiteter i Norge. Videre har jeg fått det tillitsvotumet i å lede eller være medlem av 37 utvalg, komiteer eller styrever som har til hensikt å utvikle eller evaluere kvaliteten på studieprogrammer. Dette er jeg spesielt stolt av. Samtidig som jeg har vært lidenskapelig for undervisning og kollegial samhandling for emne- og studiekvalitet er jeg en meget aktiv forsker. Dette har resultert i 110 vitenskapelige publikasjoner i tidsskrifter med fagfelleevaluering samt anskaffelse av store, prestisjefylte prosjekter som NFR fripro, NFR institusjonsstrategiske program, EU Marie Skłodowska-Curie Actions, Innovative Training Networks og EU ERC Synergy med flere. Jeg mener jeg fortjener å være merittert underviser ved NMBU.

## Referanser

1. Magner, T.; Lillejord, S.; Nordahl, T.; Helland, T. (2013). *Livet i skolen 1*. Bergen: Fagbokforlaget.
2. (<https://vegardkirkevold.wordpress.com/nyttige-teorier/den-proksimale-utviklingssone/>)
3. Talanquer, V. (2018). Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1874-1890.
4. Taber, K. S. (2017). Researching moving targets: studying learning progressions and teaching sequences. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 283-287.
5. Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
6. Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441-467.
7. Hofstein & Kind, (2012)- Learning in and From Science Laboratories. *International Handbook of Science Education* (pp.189-207).