

Forskningslignende laboratorieaktiviteter for 1. års studerende på universitetet – muligheder og udfordringer



Birgitte Lund Nielsen, VIA UC og STLL, AU



Rikke Frøhlich Hougaard, STLL, AU



Mikkel Krægpøth, Marselisborg Gymnasium

Abstract: *Forskningsbaseret undervisning er en hjørnesten i universitetsundervisning, herunder både arbejdet med forskningens indhold og forskningsmetode. I dette studie undersøges hvordan førsteårs studerende vurderer udbyttet fra arbejdet med autentisk forskning. Baseret på data fra gentaget spørgeskema på to førsteårskurser i henholdsvis bioteknologi og kemi identificeres positive udbytter knyttet til at møde forskere i et autentisk forskningsmiljø og til at indgå i forskningslignende aktiviteter med en vis autonomi. Der ses dog også tegn på positiv effekt af en tydelig rammesætning og feedback. Udfordringer er særligt knyttet til mødet med kompleks teori tidligt i studieforløbet. Resultaterne perspektiveres til laboratorieundervisning i gymnasieskole og læreruddannelse.*

Introduktion

Tidligere undersøgelser på Science & Technology (ST) på Aarhus Universitet har eksemplificeret hvordan laboratorieøvelser kan kvalificeres ved stilladsering af de studerendes kritiske refleksioner over data og metode og faglige dialoger mellem studerende og med laboratorie-underviserne (Nielsen & Hougaard, 2018). Videreudvikling af kogebogslignende tilgange i laboratorieundervisning i retning af det mere undersøgelsesbaserede er ligeledes diskuteret internationalt (Hofstein & Kind, 2012; Reid & Shah, 2007). I det fortsatte arbejde med laboratorieundervisningen på ST er vi blevet inspireret af Healeys (2005) forståelse af forskningsbaseret undervisning der refererer både til de studerendes aktive undersøgelser og deres arbejde med forskningsbaseret indhold. Der er internationalt interesse for hvordan studerende allerede på bacheloruddannelsen kan arbejde med forskningslignende aktiviteter:

“... med tilstrækkelig støtte og opmuntring kan mange flere studerende – og på et tidligere tidspunkt i deres studium – blive engageret i udforskende aktiviteter end undervisere typisk tror er muligt...” (Healey & Jenkins 2018, s. 54)

Den særlige opmærksomhed på første år på videregående uddannelse, både i Danmark og internationalt, er typisk begrundet i overvejelser om at hindre for stort frafald. Tinto (2017) insisterer på at se denne udfordring fra de studerendes perspektiv og refererer i stedet for fastholdelse til hvordan man kan understøtte vedholdenhed, self-efficacy og de studerendes oplevelse af at høre til. Nyere dansk forskning problematiserer bl.a. det store fokus på hjælpefag på bachelordelen (Holmegaard, Madsen & Ulriksen, 2014). Måske kan mødet med forskning allerede tidligt i studiet være med til at inspirere de studerende i relation til de aspekter der fik dem til at vælge faget i første omgang.

I denne artikel præsenteres og diskuteres data fra ét gennemløb af to 1. års kurser på laboratorie-intensive studieretninger på ST. Kurserne er forskellige, men adresserer begge studerendes møde med institutternes forskning.

Baggrund

To meget forskellige kurser på ST

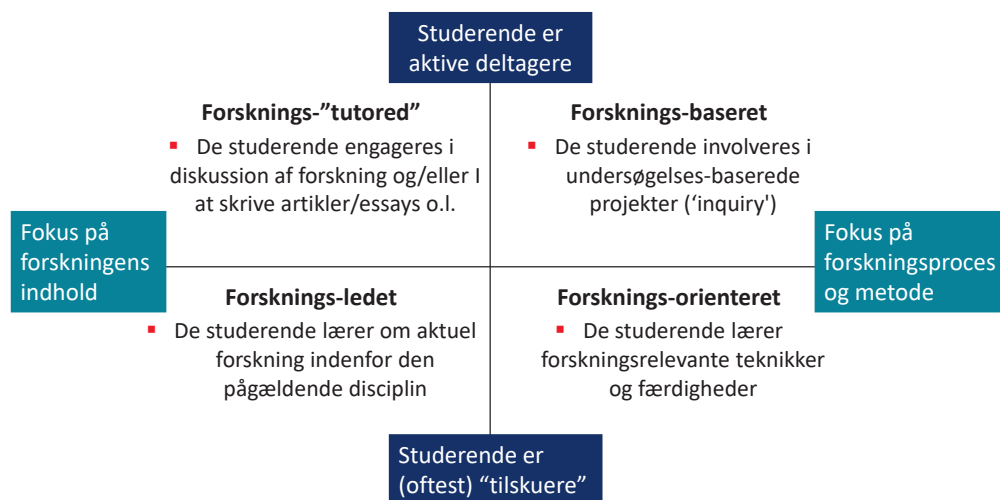
Der er på ST en række kurser hvor studerende på første studieår inviteres ind i autentiske forskningsmiljøer, bl.a. “Introduktion til forskning i kemi” (IFK). Det videnskabelige personale anser kurserne som vigtige, måske netop fordi de studerende introduceres til instituttets forskning. Men underviserne på IFK har oplevet udfordringer med at få involveret de studerende pga. den store kompleksitet i frontforskningen. Lignende dilemmaer er oplevet på Institut for Ingeniørvidenskab hvor kurset “Bioteknologisk projekt I” (BTP) udbydes som en del af bachelordelen af civilingeniøruddannelsen i bioteknologi. Samarbejdet omkring de to cases blev således initieret af underviserne, og vi kunne se et potentiale for udvikling, herunder i at sammenligne studerendes udbytte og oplevelser på tværs af de to kurser der i udgangspunktet er væsentligt forskellige. Fælles er dog intentionen om at involvere de studerende både i en forskningslignende proces og anvendelse af forskningslitteratur.

Forskningsbaseret undervisning og laboratorieundervisning

Studerendes inddragelse i en forskningslignende proces handler om nogle af de samme aspekter som i den naturfagsdidaktiske forskning diskuteres under overskrift af “inquiry” eller på dansk undersøgelsesbaseret. Bl.a. er graden af åbenhed i de undersøgelser elever/studerende involveres i, ofte blevet diskuteret med reference til at frihedsgrader/åbenhed både kan handle om de spørgsmål der undersøges, om den anvendte metode og om undersøgelsens svar. Undersøgelsesbaseret naturfagsunder-

visning er beskrevet i en række iterative modeller der alle har faser som kan minde om faserne i (nogle) autentiske forskningsprojekter – fx er IBSE eller 5E modeller udbredte (Østergaard, Sillasen, Hagelskjær & Bavnhøj, 2010). Et eksempel på en model der refererer til teknologi-undervisning, er FITS modellen der illustrerer læring gennem design (Breukelen, Michels, Schure & de Vries, 2016). I figur 2 har vi beskrevet de to kursers læringsdesign i faser med overskrifter inspireret herfra: 1) Forberedelse, 2) Eksperimentelt design, 3) Undersøgelse og 4) Afrapportering.

Forskningsbaseret uddannelse fremhæves i formålet i universitetsloven (§ 2), og “forskningsbaseret undervisning” bruges udbredt om universitetsundervisning, uden det altid fremstår klart hvad der menes med dette. Ifølge Healey (2005) er det en afgørende diskussion om der er fokus på forskningens indhold eller på processer og metode, og hvorvidt det er underviserens formidling eller studerendes aktiviteter (figur 1).



Figur 1. Forskningsbaseret undervisning, figur oversat og tilpasset fra Healey (2005).

Healey (2005) bruger begrebet “forskningsbaseret” specifikt om den øverste højre kvadrant der handler om de studerendes undersøgelsesbaserede aktiviteter (figur 1). Når det gælder laboratorieintensive fag som her, refererer det forskningsbaserede i Healeys forståelse altså stort set til det samme som når Hofstein og Kind (2012) i diskussion af læring i laboratoriet fremhæver at de studerende skal stilladseres i at arbejde “inquiry-oriented”. Healey (2005) anvender andre benævnelser som “forskningsledet” om en forelæsning hvor indholdet handler om frontforskning, eller “forsknings-tutored” om gruppeprocesser med studerendes diskussion af primær forskningslitteratur. I forhold til vores særlige interesse i laboratorieundervisning er kvadranterne til højre oplagt interessante, men med et blik for hvordan og hvorvidt der kan skabes et me-

ningsfuldt møde mellem de studerendes undersøgelser i laboratoriet og anvendelse af forskningslitteratur (kvadranterne til venstre i figur 1). Indenfor det laboratedidaktiske felt refererer fx Reid og Shah (2007) til “forskningslignende” metoder hvor de studerende planlægger og reflekterer over procedurer og data og udfordres til både at tænke, argumentere, afveje evidens og relatere deres eksperimenter til indholdet/den bagvedliggende faglige forskning. Vi har valgt at bruge “forskningslignende” med denne reference, hvilket i princippet indebærer arbejde relateret til alle fire kvadranter (figur 1).

I forhold til førsteårs studerendes arbejde med det forskningslignende bidrager Healey og Jenkins (2018) med en diskussion af hvordan man kan definere “undergraduate research”. De tager afsæt i denne definition:

“... en undersøgende eller udforskende aktivitet, der forstås af studerende, og fører til et originalt intellektuelt eller kreativt bidrag til disciplinen.” (Healey & Jenkins, 2018, s. 54)

Healey og Jenkins (2018) foreslår dog en bred forståelse af hvad et originalt bidrag kan være, og henviser til at man godt kan tale om “læring gennem forskning og undersøgelse” for *de studerende* selv om den viden som produceres, ikke nødvendigvis er ny viden *for forskersamfundet*.

En anden gren i forskningen om “forskningsbaseret undervisning” handler om hvordan det akademiske personale forstår begrebet (Robertson, 2007; Visser-Wijnveen et al., 2010). En pointe herfra er at undervisere typisk er meget dedikerede når de taler om forskningsbaseret undervisning, men de taler ikke altid om det samme. Begrebet bruges både om 1) undervisning forestået af en forsker med transmission af forskning til studerende, 2) inddragelse af institutionens egen forskning i undervisningen og 3) at udfordre hvordan de studerende forstår “viden” og det at konstruere ny viden mere overordnet set. Det kan nævnes at i akkrediteringsøjemed evalueres graden af forskningsbaseret i høj grad på baggrund af omfanget af aktive forskeres andel i undervisningen. I forhold til punkt 2) er det interessant at der indtil videre ikke er påvist nogen simpel sammenhæng mellem en institutions forskningsmæssige “ranking” og undervisningens kvalitet (Brew, 2001). Man kan ikke som udgangspunkt regne med at internationalt anerkendt forskning også giver god undervisning. Hvordan man laver god forskningsbaseret undervisning, er iflg. Healey og Jenkins (2018) et pædagogisk-didaktisk spørgsmål der handler om at stilladsere de studerendes arbejde med forskningsindhold, metode og proces.

Muligheder og udfordringer i studerendes arbejde med forskningsartikler diskuteres i andre dele af litteraturen. Her konkluderes at det kan være en stor udfordring for studerende at læse og forstå primær forskningslitteratur (Fujimoto, 2011; Hoskins et al., 2011; Krontiris-Litowich, 2013). Der henvises til eksempler på hvordan man kan

stilladsere dette arbejde, fx gennem journal clubs eller ved at henlede de studerendes opmærksomhed særligt på data og repræsentation af disse (Hoskins et al., 2011).

Vedholdenhed, self-efficacy og oplevelse af at høre til

Arbejdet med primær forskningslitteratur og selvstændig undersøgelse i laboratoriet rummer altså nogle muligheder, bl.a. for at de studerende møder fagets kerne som ofte er det der inspirerede dem til at søge ind på uddannelsen i første omgang. Tinto (2017) problematiserer at det alt for ofte er op til de studerende selv at opdage de meningsfulde koblinger, og fremhæver at disse er afgørende på førsteårskurserne der er porten til de videre studier. Men det er ikke uden udfordringer, og der er i høj grad brug for støtte og stilladsning fra undervisere og vedholdenhed fra de studerende. Man kan anskue vedholdenhed ud fra teorier om indre-styret motivation (Filak & Sheldon, 2003; Ryan & Deci, 2017), herunder de studerendes grundlæggende behov for 1) at opleve kompetence, dvs. at kunne mestre det forventede, 2) at opleve et vist niveau af autonomi og 3) det Ryan og Deci (2017) kalder "relatedness" som handler om oplevelsen af at høre til i en social og faglig kontekst. "Relatedness" og "sense of belonging" kan både afhænge af de studerendes erfaringer med at håndtere det faglige og sociale før de kommer på universitetet, og deres oplevelse af et fagligt og socialt fællesskab med medstuderende og undervisere når de starter på studiet (Tinto, 2017). Det handler altså om samarbejde om det faglige, men i høj grad også om sociale og relationelle faktorer udenfor de egentlige studieaktiviteter. Der er både internationalt og i dansk kontekst undersøgelser der handler om dette (fx Gregersen & Ulriksen, 2019). Det der fokuseres på i herværende artikel, er dog udelukkende den faglige undervisning.

Med baggrund i ovenstående har vi formuleret følgende forskningsspørgsmål.

Forskningsspørgsmål

- Hvordan er de to kurser IFK og BTP på 2. semester designet, hvilke aktiviteter og opgaver engageres de studerende i relateret til 1) forberedelse, 2) eksperimentelt design, 3) undersøgelse og 4) rapportering?
- Hvad fremhæver de studerende fra de to kurser i forhold til eget læringsudbytte, muligheder og udfordringer på kurserne og oplevelse af at mestre det forventede?

Metode

Vi har som uddannelsesudviklere været involveret i (mindre) ændringer i designet af de to kurser i samarbejde med institutterne, og resultaterne af undersøgelsen er præsenteret på institutterne og indgår i redesign af kurserne fremadrettet. Den overordnede ramme for undersøgelsen er således en designbaseret forskningstilgang

(Barab & Squire, 2004) med en iterativ tilgang til at designe, analysere udbytte og redesigne ud fra dette.

Metodisk er anvendt et før- og efter-spørgeskema med både likert-skala spørgsmål og åbne refleksioner. Før-spørgeskemaet indeholdt spørgsmål om de studerendes erfaringer fra første semester, deres baggrund for valg af fag, oplevelse af at kunne mestre kravene og af at høre til på hhv. universitetet og det specifikke studie. Items om "mestring" var oversat fra Trujillo og Tanner (2014). Disse blev gentaget i efter-spørgeskemaet. Svarformat var grad af enighed i relation til spørgsmålene "*jeg forventer at kunne ...*" (før) og "*jeg oplevede at kunne ...*" (efter). De konkrete spørgsmål fremgår af figur 6 nedenfor. Efter-spørgeskemaet indeholdt desuden spørgsmål om de studerendes erfaringer fra det pågældende kursus, deres oplevede udbytte og de udfordringer de måtte have mødt. Der er i spørgsmål om udbytte anvendt lidt forskellige formuleringer på de to kurser, tilpasset den forskellige kontekst. Endvidere har undersøgelsen af IFK involveret observation og gentagne interviews, analyseret som del af et speciale (Krægpøth, 2019).

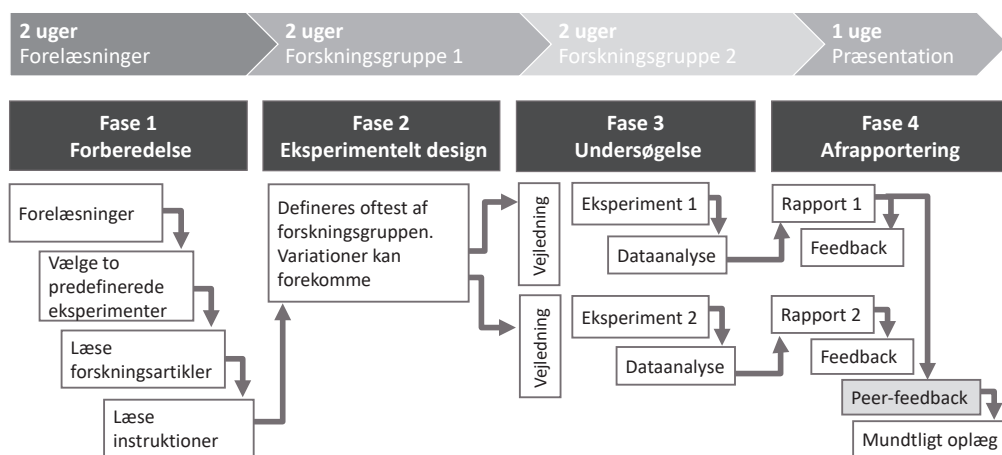
Før-spørgeskema blev besvaret elektronisk i februar 2019, med 34 svar fra IFK og 35 svar fra BTP. Dette svarer til de studerende der aktivt deltog i undervisningen, idet de fik mulighed for at besvare spørgeskemaet på en undervisningsgang hvor vi var med. Efter-spørgeskemaet blev besvaret i maj-juni 2019, med 26 fra IFK og 20 fra BTP. Link til dette blev efter kursusafslutning sendt til den mailadresse de studerende havde opgivet ved besvarelse af før-spørgeskema. Der var altså svarprocenter på hhv. 76 % og 58 % på efter-spørgeskemaet. Den lave svarprocent skyldtes bl.a. at indsamling af efter-data faldt tidsmæssigt sammen med eksamensperiode og sommerferie. Vi har gennemført en ikke-svar analyse, herunder har vi undersøgt hvorvidt der i svar på før-spørgeskema var forskel mellem dem der har svaret i efter-spørgeskemaet, og dem der er frafaldet. Disse forskelle er så forsvindende små at vi vurderer at det er holdbart at sammenligne før og efter, dog med et generelt forbehold i fortolkningen grundet det meget lille datagrundlag. Et eksempel er figur 3 hvor fordelingen af svar om oplevet læringsudbytte fra forskellige undervisningsformater i før-spørgeskema ikke ændres synligt hvis de frafaldne i efter-spørgeskema fjernes fra analysen af data fra før-spørgeskema. Dataanalyse bestod af frekvensanalyse på lukkede/likert skala spørgsmål, mens de åbne refleksioner blev analyseret med tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). Tematisering af de åbne refleksioner illustreres med citater der er udvalgt så bredden i type af udsagn fremgår. Dvs. nogle temaer bygger på flere udsagn end andre.

Resultater

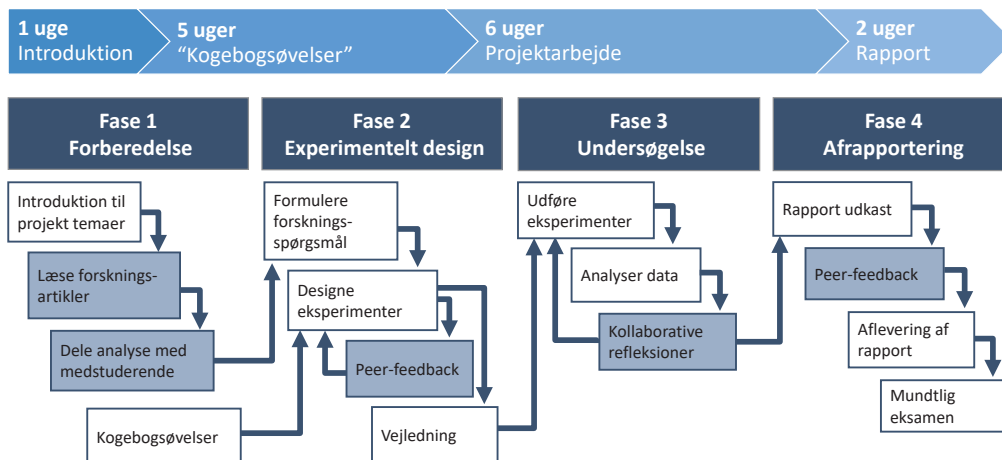
Design af de to kurser

Som udgangspunkt for en sammenligning af de to læringsdesigns har vi i figur 2 ind-delt de studerendes arbejde i fire faser, inspireret fra Breukelen et al. (2016). De fire faser afspejler de overordnede faser i et typisk forskningsprojekt. De studerendes arbejde foregår dog ikke nødvendigvis strengt trinvis, men kan foregå som en iterativ proces.

A



B



Figur 2. En skematisk repræsentation af de studerendes aktiviteter og opgaver i løbet af de to kurser A. "Introduktion til forskning i kemi" og B. "Biotechnologisk projekt". Lyseblå og grå bokse repræsenterer kollaborative aktiviteter.

Introduktion til forskning i kemi (IFK)

Intentionen med kurset er at de studerende skal få tidlige erfaringer med og indsigt i instituttets frontforskning. Læringsmålene knytter sig primært til at de studerende introduceres til den kemiske forskningstradition og indlemmes i samarbejde med aktive forskere. Kurset strækker sig over 7 uger og er organiseret med en forberedelsesfase (Fase 1) hvor de studerende hører om den lokale frontforskning gennem forelæsninger med forskere fra instituttet. Forskningsgrupperne udbyder en række eksperimenter relateret til egen forskning. Eksperimenterne varierer således i både fagligt tema og eksperimentelle metoder, og den didaktiske rammesætning af fase 2 og 3 defineres af de enkelte forskningsgrupper. Hver gruppe af studerende tildeles 2 projekter, delvist på baggrund af egne ønsker. I de to eksperimenter som refereres til her, arbejdede de studerende med henholdsvis 1) "Groning af en-krystals topologiske isolatorer" og 2) "Undersøgelse af proteinstrukturer ved en biomateriel overflade med femtosekund laserlys". I begge tilfælde var udgangsmaterialet og metoden på forhånd defineret af forskningsgruppen og beskrevet i en kagebogslignende protokol. De studerende var således ikke engagerede i aktiviteter relateret til eksperimentelt design (Fase 2). I undersøgelsesfasen (Fase 3) arbejdede de studerende med to på hinanden følgende, men oftest ikke relaterede, eksperimenter i to forskellige forskningsgrupper under vejledning af forskere og/eller ældre studerende. I eksperiment 1) arbejdede de studerende med en kemisk forbindelse som indgår i forskningsgruppens aktuelle forskning. De studerende fik til opgave at klargøre udgangsmaterialet (materialeprøven) til måling med røntgen-diffraktometer ud fra detaljerede instruktioner. Underviserne foretog selve målingen, og de studerende blev inddraget i dataanalysen. I eksperiment 2) arbejdede de studerende med en spektroskopisk metode (Fourier-transform infrarød spectroscopy) som forskningsgruppen benytter. De studerende var involveret i prøveforberedelse, målinger af spektre og databehandling ud fra underviserens anvisninger undervejs.

I fase 4 (rapport) beskrives hvert eksperiment i en rapport som afleveres og vurderes af forskere fra den pågældende forskningsgruppe. Som afslutning på det samlede forløb præsenteres ét af de to eksperimenter mundtligt for den kursusansvarlige underviser og medstuderende. Som forberedelse til den mundtlige præsentation er der rammesat peer-feedback hvor de studerende giver feedback på medstuderendes præsentation ud fra kriterier fastlagt af underviseren.

Bioteknologisk projekt (BTP)

Kurset er 14 uger langt og organiseret hovedsageligt som projektbaseret læring. Læringsmålene knytter sig primært til at træne færdigheder i eksperimentelt projektarbejde. I fase 1 afprøvede de studerende en række eksperimentelle metoder (fx DNA-oprensning og gel-elektroforese) som er relevante for det efterfølgende projek-

tarbejde. I denne fase vælger de studerende (i grupper) selv et tema for det efterfølgende projektarbejde, baseret på en præsentation af tre mulige problemstillinger (“biosyntese af Indigo”, “Kur mod Phenylketonuria” eller “Udvikling af antibiotisk peptid”). Underviseren tildeler hver gruppe en forskningsartikel relateret til det valgte tema. Artiklen læses og analyseres på baggrund af en skabelon. Denne analyse deles med medstuderende via e-læringsplatformen så grupperne samlet set har flere artikler at trække på som baggrundsinformation for projektet og rapporten. I fase 2 (Eksperimentelt design) udarbejder hver gruppe et udkast til a) en introduktionstekst hvor problemstillingen begrundes, og b) en projektplan. Fælles for projekterne er at de involverer kloning af et gen, men ellers er det op til grupperne selv at udvælge og designe relevante eksperimenter indenfor den valgte problemstilling. På baggrund af peer-feedback på a) og feedback fra underviseren på b) færdiggøres de to tekster. I fase 3 (Undersøgelse) udfører de studerende deres eksperimentelle arbejde, baseret på den reviderede projektplan. Undervejs i denne fase præsenteres delresultater for både underviser og medstuderende så der løbende laves justeringer. I den afsluttende fase 4 (Afrapportering) udarbejder hver gruppe et udkast til projektrapporten, og der rammesættes peer-feedback. Kurset afsluttes med aflevering af den tilrettede rapport og en mundtlig eksamen baseret herpå.

Udbytte, udfordringer og muligheder som de studerende fremhæver

Inden vi ser nærmere på data om de studerendes oplevede udbytte fra efter-spørgeskema, følger her først kort nogle citater fra før-spørgeskema, fra det åbne spørgsmål om hvad der i første omgang fik dem til at vælge hhv. deres studie og det særlige projekt. Her to studerende fra BTP om valg af studie:

“Jeg har været interesseret i genteknologi siden jeg så Jurassic park første gang, og har siden fulgt med i hvad der sker indenfor genetik”

“Bioteknologien og dens metoder interesserer mig meget.”

Og nogle citater fra IFK hvor de studerende som nævnt skulle vælge to forskningsgrupper:

“... komme ud i en forskningsgruppe der havde at gøre med en retning inden for kemi jeg var interesseret i, så jeg kunne have et indtryk af hvordan hverdagen bliver senere på uddannelsen når man arbejder i forskningsgrupper.”

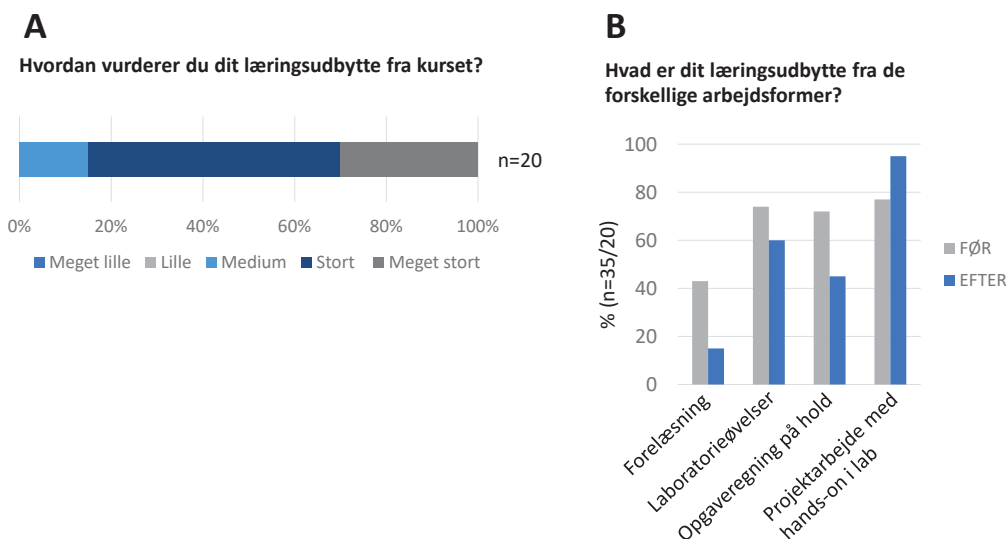
“Jeg valgte den retning som det jeg forventer jeg vil beskæftige mig med i fremtiden.”

“Jeg gik efter de emner jeg fandt mest interessant for mig...”

De studerendes refleksioner indikerer at kurserne giver god mulighed for at de møder det de ser som kernen i faget, og det de selv vil med faget. Et andet tema fra de åbne refleksioner handler om at være blevet inspireret i gymnasiet – det vender vi tilbage til i perspektivering. Men hvordan var så deres oplevelser efter gennemførelse af kurset?

Bioteknologisk projekt

Som det fremgår af figur 3, vurderede 85 % af de studerende deres læringsudbytte fra kurset som stort eller meget stort.



Figur 3. A: Oplevet læringsudbytte af BTP (efter-spørgeskema). B: Oplevet læringsudbytte fra forskellige undervisningsformer. Repræsentationen viser summen af "stort" og "meget stort" som % af det samlede antal besvarelser (N= 35 før, N=20 efter).

De studerende er endvidere i både før- og efterspørgeskema blevet spurgt mere overordnet om deres læringsudbytte fra forskellige typer af undervisningsformater. Figur 3B viser en repræsentation af hvor mange der har svaret "stort" og "meget stort" i relation til fire typer af undervisning. En stor andel, mere end 70 %, vurderer deres læringsudbytte fra både laboratorieøvelser og projektarbejde med hands-on i laboratoriet højt i før-spørgeskemaet, og en endnu større andel, over 90 %, svarer stort eller meget stort om læringsudbytte fra projektarbejde med hands-on i lab efter forårssemestret hvor dette kursus var placeret.

Et centralt tema i de studerendes åbne refleksioner over hvad der har fungeret godt på kurset, handler om autonomi, men i mange udsagn tydeligvis afbalanceret i relation til muligheden for stilladsering og feedback:

“Graden af selvstyring gjorde at man tænkte meget mere på hvad man gjorde, og hvorfor man gjorde det. Man satte sig ind i tingene på en helt anden måde end man ellers ville have gjort. Alligevel var det muligt at spørge om hjælp hvis der var noget der drillede.”

“... projekt hvor man havde meget diskussion og eget ansvar.”

“... få lov til selv at vælge en retning i projektet og derigennem selv skulle opsøge viden for at kunne gennemføre det.”

“Vi har stort set kun været i laboratoriet hvor vi i starten havde en forsøgsvejledning, hvor vi i sidste del af forløbet selv skulle designe forsøg med hjælp fra vores lærer. Det synes jeg var super godt, og jeg har fået meget ud af selv at skulle tænke på hvordan nogle forskellige ting kan undersøges i et laboratorie.”

“At vi havde nogle små-opgaver hen ad vejen (fx skrivning og rettelse af andres introduktioner/udkast til rapporter). På denne måde fik man effektivt lært hvad man skulle gøre, og også hvad der eventuelt kunne forbedres.”

De studerende er altså meget positive overfor den progression der har været frem mod at lave en selvstændig undersøgelse, men flere har dog også oplevet udfordringer i relation til at designe egen undersøgelse, herunder en erkendelse af at man ikke altid får de forventede resultater:

“Selvom det har været spændende at skulle designe sit eget forsøg, har det også været svært – specielt når man ikke altid får de forventede resultater. Jeg synes dog stadig at kurset har været rigtig godt.”

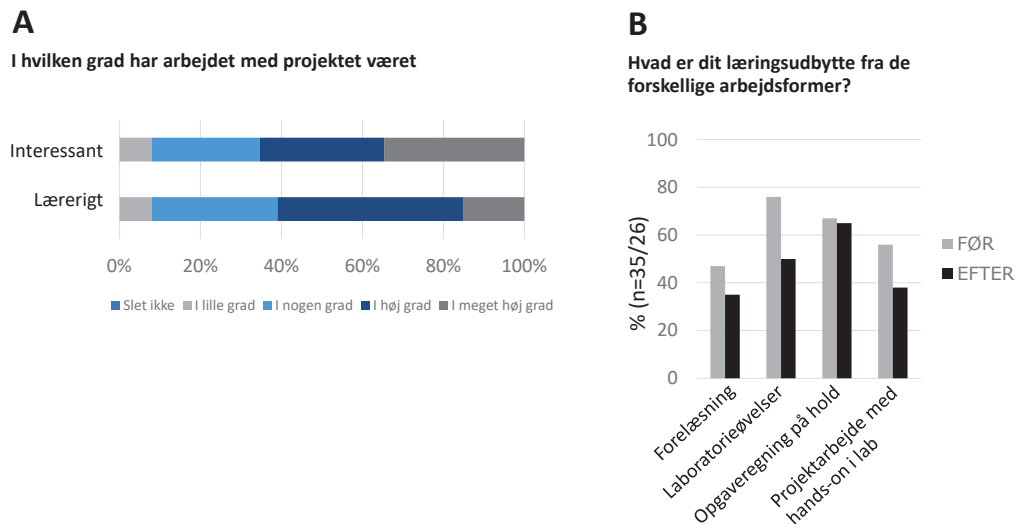
Flere har i den forbindelse savnet mere direkte undervisning i (den svære) teori:

“Kunne godt have brug for lidt mere hjælp til starten hvor vi skulle finde ud af hvad vi selv ville undersøge. Her kunne det have været godt med lidt introducerende teori for at være lidt bedre rustet.”

“Der har ikke rigtig været teori ‘undervisning’.”

Introduktion til forskning i kemi

De studerende har ligeledes oplevet et relativt stort læringsudbytte fra dette kursus. Spørgsmålene har som nævnt været en smule anderledes pga. den anderledes organisering (de studerende var med i to projekter). I figur 4 er vist nogle svar relateret til det første projekt de deltog i. Der var ikke markante forskelle mellem de to projekter.



Figur 4. A: De studerendes svar på spørgsmålene: I hvilken grad har arbejdet med projektet været hhv. interessant og lærerigt? Antallet af besvarelser $N=26$. B: De studerendes oplevede udbytte af forskellige arbejdsformer repræsenteret ved summen af "i meget høj grad" og "i høj grad" besvarelser som procent af det samlede antal besvarelser ($N=35$ før, $N=26$ efter).

De studerende fremhævede særligt oplevelsen af at have været i et autentisk forskningslaboratorium med avanceret udstyr m.m. og indsigten i forskernes arbejde.

"Vi har fået et kendskab til de instrumenter og maskiner man bruger i fremstilling, karakterisering og analyse af kemiske forbindelser. Hvordan de forskellige metoder bruges i praksis, er klart mit største udbytte."

"Og så er det også fedt at være i lab, for man bliver mere og mere tilpas og ved hvor ting er, og hvordan man skal opføre sig."

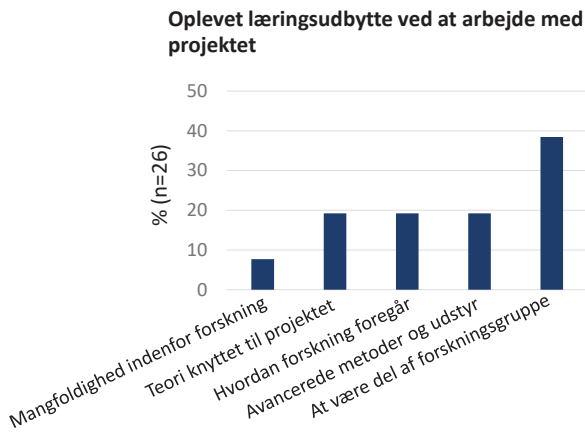
"Få en ide om hvad man laver i forskningsgrupperne ..."

"Hvordan tingene fungerer i et forsker laboratorium ..."

"Indblik i hvordan forskning foregår. Det vigtigste jeg har lært ved projektet, er bearbejdelsen af data. Hvordan man bruger programmer til at kvantificere og analysere rå data, og hvordan man efterfølgende bearbejder data og fortolker den så man får noget ud der måske/måske ikke giver mening i forhold til ens hypotese."

Den positive læringsoplevelse ved at være en del af en forskningsgruppe fremgår også af andre svar hvor de studerende fra IFK før og efter er spurgt om hhv. deres forventning til og oplevelse af at arbejde med forskningslignende aktiviteter. Det fremgår at de studerende i højere grad end forventet er kommet til at være en del af

en forskningsgruppe, og at de også har oplevet netop dette som mere lærerigt end forventet (Krægpøth, 2019).



Figur 5. Tematisk kodning af de studerendes refleksioner over spørgsmålet “Beskriv hvad du selv oplever som de vigtigste ting du har lært ved at arbejde med projektet”.

De udfordringer som fremhævedes, handlede om at kunne forstå teorien i dybden og kunne skrive en rapport:

“Det vi lavede, og det niveau de styrede det på, var lige en anelse for højt i forhold til det vi kan lige nu desværre. Så man fik aldrig helt forståelsen af hvad man lavede, men bare at man gjorde som de sagde, og så skulle det nok virke.”

“Niveauforskel mellem fagligheden af forskning og den daglige undervisning ... svært at forstå teorien bag øvelserne man laver, hvilket dermed gør det svært at skrive rapporten.”

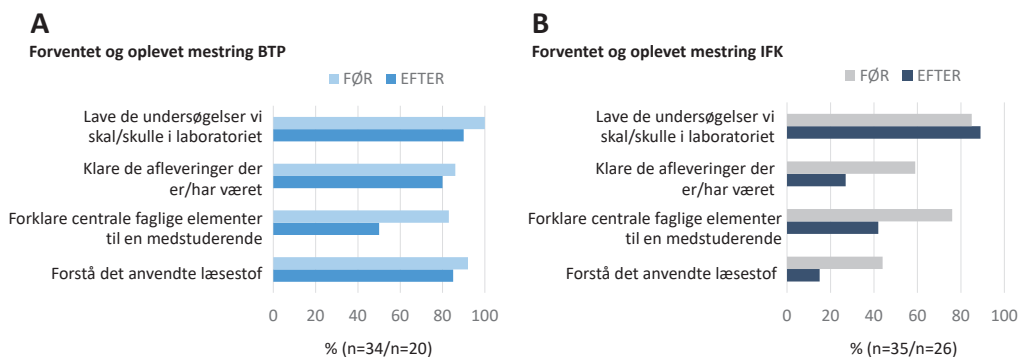
“Det har været svært at forstå teorien bag øvelserne samt at udføre databehandling af vores resultater da vi mangler forståelse for hvad det egentlig er vi laver.”

“At skrive projektet. Det var langvarigt, og det var svært at bestemme hvad der skulle med, og hvad der ikke skulle med, så det tog meget tid og var svært.”

Så de studerende har tydeligvis oplevet udfordringer med teorien og det faglige niveau. Men interessant nok er de i deres refleksioner et andet sted i spørgeskemaet blevet mere nuancerede i deres forståelse af hvad der skal til for at lykkes indenfor forskning i kemi, så de i efter-spørgeskema i mindre grad henviser til fagfaglighed, men derimod i højere grad til faktorer som kreativitet, vedholdenhed og selvstændighed (Krægpøth, 2019). Det giver en yderligere dimension til svarene fra figur 5 om udbytte ift. at forstå hvordan forskning foregår, og hvordan man fungerer i en forskningsgruppe.

Oplevelse af mestring: Sammenligning før og efter og mellem kurser

De studerende er før og efter de to kurser blevet spurgt om henholdsvis deres forventning om og deres oplevelse af at kunne mestre forskellige elementer (figur 6). For BTP ses et lille fald fra forventet til oplevet mestring i de tre spørgsmål om at arbejde i laboratoriet, klare afleveringer og forstå læsestof, men et større fald når det gælder oplevet mestring ift. at forklare centrale begreber til medstuderende. Det skal bemærkes at niveauet af både forventet og oplevet mestring er meget højt på BTP. For IFK ses en lille stigning ift. at mestre de undersøgelser de skulle lave i laboratoriet, men derimod et relativt stort fald i oplevet mestring ift. afleveringer, at forklare til medstuderende og forstå det anvendte læsestof. Generelt er oplevet mestring lavere på IFK end BTP.



Figur 6. Forventet og oplevet mestring, hhv. hvad man forventer at kunne før, og hvad man oplever at kunne efter. Besvarelsene er repræsenteret som summen af antallet af besvarelsene "Enig" og "Meget enig" i procent af det samlede antal besvarelses.

Et fald i oplevet mestring i slutningen af første studieår kan forventes da der typisk ses et fald i studerendes self-efficacy henover det første år på deres studie (Tinto, 2017). Men det er alligevel tankevækkende når man sammenholder med det relativt store oplevede udbytte. Det oplevede høje udbytte afspejles dog i det trods alt relativt høje niveau af oplevet mestring, på tværs af spørgsmål for BTP og for IFK i relation til at lave undersøgelser i laboratoriet. I relation til det sidste fremhævede nogle af de studerende i interviews at de opgaver de fik i laboratoriet, var ret enkle, og at der var det de kaldte en usynlig kagebog hvor de fik forklaret hvad de skulle gøre (Kræggpøth, 2019). Generelt må det dog konkluderes at der har været områder hvor de to kurser er blevet oplevet som mere udfordrende end forventet. Overordnet set bekræfter resultaterne billedet af at det er teorien som har været en udfordring på begge kurser. Det kan fx have betydning for de studerendes svar når de skal vurdere om de føler sig i stand til at forklare centrale faglige elementer til en medstuderende, hvor der er et fald fra før til efter på begge hold.

De studerende har endvidere i en likert kategori vurderet hvorvidt de oplever at have været med i det de selv vil kalde et forskningslignende projekt. På BTB svarede 53 % enig eller meget enig, og 26 % i nogen grad, mens der fra IFK var lidt færre der svarede enig eller meget enig, nemlig 43 %, mens 35 % svarede i nogen grad. På IFK blev de studerende også spurgt til deres mulighed for at præge retningen af de to projekter de var med i. I relation til det første projekt hvor svarene er repræsenteret ovenfor, oplevede kun 20 % af de studerende at de i høj grad eller meget høj grad var med til det, mens 47 % svarede i lille grad eller slet ikke (resten svarede i nogen grad, og 4 % ved ikke). Der er nogle åbne refleksioner der indikerer at dette (graden af åbenhed) har betydning for hvorvidt de studerende oplevede projektet som forskningslignende.

Som nævnt under metode er de studerende også spurgt om deres oplevelse af at høre til på institutterne. Vi går ikke nærmere ind i disse data her da resultaterne ikke kan relateres direkte til kurserne. Men det kan nævnes at de studerende fra begge kurser i relativt høj grad oplevede tilhørsforhold til de respektive institutter både ved afslutning af 1. og 2. semester.

Opsamling og konklusion

På de to førstearskurser IFK og BTP er de studerende blevet engageret i arbejdet med forskningslitteratur, eksperimenter og med dataanalyse og rapportering på data. Men kurserne har været designet meget forskelligt. Analysen af data fra ét gennemløb af de to kurser har vist et relativt stort oplevet læringsudbytte der på centrale områder kan relateres til de forskellige læringsdesigns. Fx fremhæver de studerende på BTP at der blev gradvis bygget op til deres selvstændige undersøgelser med et antal mere lukkede øvelser og feedback på disse, og de fremhæver positivt den relativt høje grad af autonomi i sidste del af forløbet. De studerende fra IFK fremhæver særligt at have oplevet arbejdet i en forskningsgruppe og det avancerede udstyr der netop er i et forskningslaboratorium.

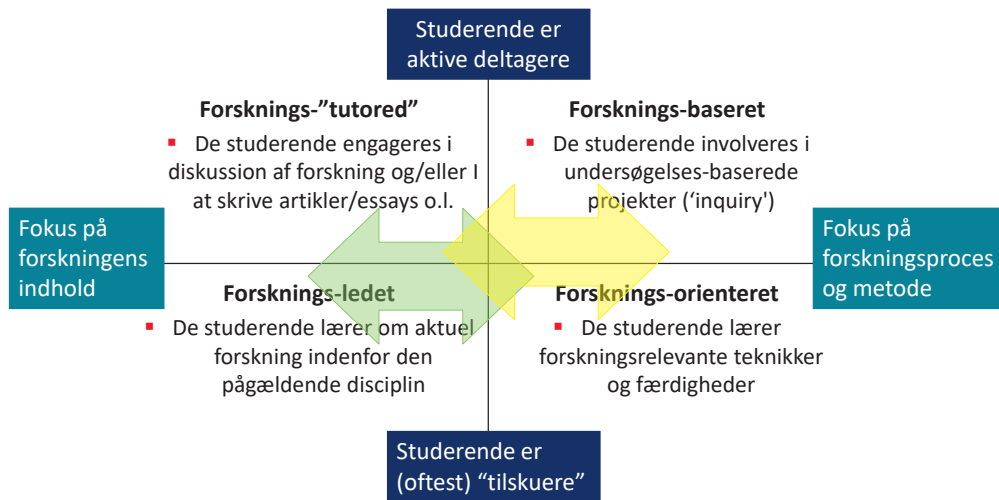
Begge hold af studerende har også oplevet udfordringer. Særligt efterlyser de støtte til for alvor at kunne forstå og anvende (den svære) teori. Der er også på begge hold "små-frustrationer" som indikerer en reel autentisk forskningsoplevelse, herunder at man ikke altid får de forventede resultater, og en spirende forståelse af at forskning fordrer kreativitet og vedholdenhed. De studerende fra IFK har oplevet at kunne mestre de opgaver de fik i laboratoriet, men de fremhæver også at de har fået en del elementære opgaver, og at der ikke har været så højt niveau af åbenhed, men mere en usynlig kogebovsvejledning (Krægpøth, 2019). De har i mindre grad end de studerende fra BTP selv oplevet at være med i et forskningslignende projekt. I forhold til oplevet mestring når det gælder om at forstå læsestof og lave rapporten, er der et relativt stort fald fra før til efter for studerende fra IFK. De studerendes refleksio-

ner kan forstås med reference til motivationsforskningen (Ryan og Deci, 2017). De studerende fra BTP har oplevet og værdsat autonomi og har også i relativt høj grad følt sig kompetente og oplevet at kunne mestre det forventede. Men denne positive oplevelse af autonomi må ses i lyset af den stilladsering de også fremhæver positivt, og af faldet i oplevet mestring når det gælder at kunne forklare den bagvedliggende teori til medstuderende. Det sidste indikerer en erkendelse af at det er krævende at arbejde med forskning. De studerende fra IFK har oplevet mindre grad af autonomi, men de har så til gengæld oplevet at kunne mestre de relativt enkle ting de skulle lave i laboratoriet. Netop underviser-stilladseringen er både i egen tidligere forskning (Nielsen & Hougaard, 2018) og internationalt (Hofstein & Kind, 2018; Reid & Shah, 2007) fremhævet som afgørende når man indfører mere åbne undersøgelsesbaserede elementer i et laboratoriekursus, og dette gælder altså også i høj grad de studerendes meningsfulde kobling til autentisk forskning.

På hvilke måder forskningslignende?

På hvilke måder fungerer de to kurser så som en forskningslignende læringsoplevelse?

Dette sammenlignes i figur 7 i en fortolkende, lidt grovkornet, analyse med brug af modellen fra Healey (2005).



Figur 7. Illustration af fokus i de to kurser i modellen fra Healey (2005). Gul pil: BTP. Grøn pil: IFK.

Den gule pil placeres til højre og med mest vægt over den vandrette akse baseret på de studerendes udsagn om at styrken ved BTP har været deres egne undersøgelser i laboratoriet. De har i relativt høj grad haft en oplevelse at mestre at kunne lave et forskningslignende projekt i laboratoriet, også selv om de, modsat de studerende fra kemi,

reelt har arbejdet i et undervisningslaboratorium og ikke i et forskningslaboratorium. De studerende fra IFK har så til gengæld været i et autentisk forskningslaboratorium, hvad de også værdsætter, men baseret på deres udsagn og refleksioner har i højere grad været tilskuere og/eller haft opgaver med relativt lav kompleksitet. De er dog undervejs blevet undervist om den aktuelle forskning, mens de deltog i forskningsgrupperne; derfor placeres den grønne pil med vægt til venstre og under den vandrette akse.

Fremadrettet anbefales det at arbejde særligt med udfordringen relateret til “den svære teori”. Et første skridt kan være at italesætte at forskellige (laboratorie) kurser på 1. år har forskellige mål, herunder at de studerende ikke nødvendigvis forventes at forstå de forskningsartikler de læser, i alle detaljer. Man kan pege på et startsted i de studerendes læsning og bestemte elementer de skal fokusere på, for derfra at bygge op i progression og stilladsere dem i at “knække genren”. Dette er der fx gode resultater med i den såkaldte C.R.E.A.T.E. tilgang (Consider, Read, Elucidate the hypotheses, Analyze and interpret the data, and Think of the next Experiment) (Hoskins et al., 2011). Målet er ved stilladseret læsning af primær forskningslitteratur at afmystificere for de studerende hvad der præsenteres og hvordan, herunder at stilladsere de studerendes forståelse af hvilke primære data der er anvendt, og hvordan disse data er repræsenteret.

Perspektivering

Undersøgelsen handler om førsteårsstuderende på universitetet, men der er relevante pointer også i relation til undervisning i gymnasieskolen og på professionsuddannelser. Som nævnt er der flere studerende der i deres refleksioner over valg af studie henviser til oplevelser fra gymnasiet:

“Jeg var hernede i forhold til min SRP for at fremstille antabus og synes det var meget spændende og sjovt.”

“Jeg valgte bioteknologi fordi jeg havde det som linje i gymnasie, og jeg havde en rigtig dygtig lærer som gjorde mig interesseret i bioteknologi, cellebiologi og mikrobiologi.”

Disse citater eksemplificerer at det man kan kalde forskningslignende tilgange, i stigende grad er blevet en del af gymnasieundervisning, her eksemplificeret ved studieretningsprojektet (SRP) der typisk refererer til flere kvadranter i modellen (figur 1). Studerende kommer altså på universitet med oplevelsen af i en eller anden grad at have refereret til forskning og litteratur om dette mens de gik i gymnasiet, og til at have lavet en større selvstændig undersøgelse. Det vil være ærgerligt ikke umiddelbart at bygge videre på disse spirende kompetencer når de starter på universitetet.

Et andet forhold er hvad forskningslignende vil sige på andre typer af videregående uddannelse, som fx læreruddannelse hvor én af forfatterne har sin hovedansættelse.

Forskningslignende arbejde kunne på en læreruddannelse i og for sig godt handle om at de studerende i undervisningsfaget Biologi lavede et projekt som BTP. Men en vigtig pointe fra undersøgelsen er imidlertid netop det autentiske og betydningen af at et selvstændigt undersøgende projekt refererer til det man gerne vil med sin uddannelse. Så i den kontekst vil en progression i det forskningslignende fra første studieår og frem mod lærerstuderendes professionsbachelor som udgangspunkt handle om aktive undersøgelser i skolen, fx med fokus på *elevernes* laboratoriearbejde der så kan reflekteres ved at de studerende stilladseres i at læse primær litteratur fra uddannelsesforskning. Det ene behøver dog ikke udelukke det andet.

Fremadrettet vil vi anbefale fortsatte diskussioner af progression både på langs af overgangen fra ungdomsuddannelse til videregående uddannelse og på tværs ift. forskellige typer videregående uddannelse.

Referencer

- Alvunger, D. & Wahlström, N. (2018). Research-based teacher education? Exploring the meaning potentials of Swedish teacher education. *Teacher and Teaching theory and practice* 24(4), 332-349.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences* 13(1), 1-14.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77-101.
- Breukelen, D.H.J., Michels, K.J., Schure, F.A. & DeVries M.J. (2016). The FITS model: An improved learning by design approach. *Australasian Journal of Technology Education*.
- Brew, A. (2010). Imperatives and challenges in integrating teaching and research. *Higher Education Research & Development*, 29(2), 139-150.
- Filak, V.F. & Sheldon, K.M. (2003) Student Psychological Need Satisfaction and College Teacher-Course Evaluations. *Educational Psychology*, 23(3), 235-247.
- Fujimoto, Y. et al. (2011). Helping university students to 'read' scholarly journal articles: the benefits of a structured and collaborative approach. *Journal of University teaching & learning practice*, 8(3), 1-12.
- Gregersen, A.F.M. & Ulriksen, L. (2019). *Narratives and expectations: First-year students' transition into higher education*. Paper, ESERA 2019 conference.
- Healey, M. (2005). Linking research and teaching: exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning. I: Barnett (red.). *Reshaping the university: New relationships between research, scholarship and teaching*, s 67-78. Open University Press.
- Healey, M. & Jenkins, A. (2018). The role of academic developers in embedding high-impact undergraduate research and inquiry in mainstream higher education: twenty years of reflection. *International Journal for Academic Development*, 23(1), 52-64.

- Hofstein, A. & Kind, P.M. (2012). Learning in and from science laboratories. I: B.J. Fraser, K.G. Tobin and McRobbie, C.J. (red.). *Second international handbook of science education*, 189 – 207. Dordrecht: Springer.
- Holmegaard, H., Madsen, L.M. & Ulriksen, L. (2014). A journey of negotiation and belonging: Understanding students' transitions to science and engineering in higher education. *Cultural Studies of Science Education* 9(3), 755-786.
- Hoskins, S.G. et al. (2011). The C.R.E.A.T.E. approach to primary literature shifts undergraduates' self-assessed ability to read and analyze journal articles, attitudes about science and epistemological beliefs. *CBE – Life Science Education*, 10, 368-378.
- Krontiris-Litowich, J. (2013). Using primary literature to teach science literacy to introductory biology students. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 14(1), 66-77.
- Krægpøth, M. (2019). *Forskningserfaringer på første år*. Specialeafhandling Aarhus Universitet.
- Nielsen, B.L. & Hougaard, R.F. (2018). *Scaffolding students' reflective dialogues in the chemistry lab: Challenging the cookbook*. In ESERA 2017 proceedings.
- Reid, N. & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice* 8(2), 172-185.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2017). *Self-determination theory*. New York: Guilford Publications.
- Tinto, V. (2017). Reflections on Student Persistence. *Student Success* 8(2), 1-8.
- Trujillo, G. & Tanner, K.D. (2014). Considering the role of affect in learning: Monitoring students' self-efficacy, sense of belonging, and science identity. *CBE: Life Science Education* 13, 6-15.
- Visser-Wijnveen, G.J. et al. (2010). The ideal research-teaching nexus in the eyes of academics: building profiles. *Higher Education Research & Development* 29(2), 195-210.
- Østergaard, L.D., Sillasen, M.K., Hagelskjær, J. & Bavnhøj, H. (2010). Inquiry-based science education: Har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? *MONA: Matematik og Naturfagsdidaktik*, 4, 25-43.

English abstract

Research-based teaching is a cornerstone of university teaching including work with content from research and research-methods. The present study examines first-year students' outcomes from working with authentic research. Based on repeated questionnaires answered by students from two first year courses in chemistry and biotechnology, respectively, positive perceived outcomes are identified in relation to meeting researchers in an authentic environment and being involved in activities with a certain degree of autonomy. Scaffolding and feedback however also seem to be important. Challenges are about making sense of the complex theory at this early stage of their studies. Reflections on the results are made with reference to laboratory teaching in secondary school and in teacher training.