

EVALUERING AF BIOTEKNOLOGI A SOM FORSØGSFAG I STX OG HTX

Dorte C. Elmeskov, Jesper Bruun og Jan Alexis Nielsen

2015

Kolofon

MONA Forskningsrapportserie for matematik- og naturfagsdidaktik

MONA Forskningsrapportserie udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet på Aalborg Universitet og Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet.

Serien har til formål at udgive fagfællebedømte forskningsarbejder inden for matematik- og naturfagsdidaktik. Fagfællebedømmelsen (review) lever op til de nationale krav til fagfællebedømmelse. Serien indeholder forskningsrapporter med empiriske data, evalueringsrapporter og teoretiske analyser.

Serien udkommer efter behov med fortløbende numre. Se mere på www.ind.ku.dk/mona/serie.

Serien supplerer MONA Tidsskriftet som udkommer fire gange årligt med fagfællebedømte artikler mv.

Redaktion

Jens Dolin, professor, Institut for Naturfagenes Didaktik (IND), Københavns Universitet (ansvarshavende)

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, institutadministrator, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Jan Sølberg, lektor, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Keld Nielsen, lektor, Center for Science Education, Aarhus Universitet

Lars Bang Jensen, videnskabelig assistent, Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

Martin Niss, lektor, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet

Morten Rask Petersen, adjunkt, Laboratorium for Sammenhangende Uddannelse og Læring, Syddansk Universitet

Rie Popp Troelsen, lektor, Institut for Kulturvidenskaber, Syddansk Universitet

Steffen Elmoose, lektor, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland

Tinne Hoff Kjeldsen, professor, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

Omslagsgrafik: Narayana Press

ISSN: 2445-6438 © MONA 2015. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

Kolofon	2
Resumé	5
Indledning	10
Evaluerings Metoder	12
Resultater	19
Diskussion	30
Læreplansanalyse	34
Analyse af eksamenssæt	45
Spørgeskemaundersøgelse	53
Interview: Lærere	79
Interview: Censorer	88
Interview: Rektorer	92
Referencer	98

RESUMÉ

Resumé

Skoler med htx og stx har siden 2008 som forsøg kunnet udbyde bioteknologi som et A-niveau fag. Forsøgsordningen er ind til videre forlænget til optag i skoleåret 2013/14. Studieretninger med bioteknologi A er adgangsgivende til de fleste videregående uddannelser inden for naturvidenskab, sundhed og teknik, og faget kan substituere kemi B og biologi B¹. Institut for Naturfagenes Didaktik har på foranledning af Ministeriet for Børn og Undervisning i foråret 2013 gennemført en omfattende evaluering af bioteknologi A.

Formålet med evalueringen er at undersøge, hvilke muligheder og barrierer faget bioteknologi A rummer for elever, lærere og skoleledelser med henblik på organiseringen og implementeringen af undervisning og eksamen.

Evalueringen er struktureret ud fra tre niveauer:

1. Det intenderede niveau, som handler om de politiske og didaktiske intentioner bag og forventninger til implementeringen af bioteknologi A.
2. Det implementerede niveau, som handler om, hvordan skolerne og lærerne har implementeret bioteknologi A.
3. Det realiserede niveau, som handler om, hvordan de politiske og didaktiske intentioner for faget er realiseret.

På hvert niveau har vi fokuseret på forskelle og ligheder mellem stx og htx. Desuden har vi sammenlignet bioteknologi A med relevante niveauer inden for biologi og kemi i stx og htx. Evalueringen er baseret på et omfattende materiale, der er indhentet ved brug af forskellige metoder, herunder analyse af læreplaner og eksamenssæt, spørgeskemaundersøgelse blandt lærere i bioteknologi A og interviews med rektorer, lærere og censorer.

Hovedkonklusioner

Evalueringen peger på følgende hovedkonklusioner:

1. Bioteknologi A adskiller sig mærkbart fra fagene biologi og kemi ved at have et større og anderledes fokus på anvendelsesorientering og ved at have et særegent genstandsfelt (interfacet mellem det cellulære og det molekylære niveau). Undervisningen i bioteknologi A er i høj grad problembaseret og tematisk, og den er i højere grad end undervisningen i biologi og kemi fokuseret på anvendelse af fagets metoder og koblingen mellem biologi og kemi.
2. De skriftlige eksamenssæt for bioteknologi A er væsensforskellige fra eksamenssættene i kemi A og biologi A. Eksamenssættene i bioteknologi A tester en række anvendelsesmæssige kompetencer, der ikke testes i eksamenssættene i biologi A og kemi A.
3. Eksamenssættene i bioteknologi A ligger på taksonomisk niveau med biologi A. Sammenlignet med kemi A starter eksamenssættene i bioteknologi A og biologi A generelt på et højere taksonomisk niveau og bevæger sig op på et mere abstrakt taksonomisk niveau end kemi A.
4. Det anvendelses- og problemorienterede fokus i bioteknologi A ser ud til at uddanne elever, der er i stand til at sætte biologisk og kemisk viden i spil i tværfaglige og komplekse sammenhænge.

¹BEK nr 240 af 11/03/2013: Bekendtgørelse om adgang til bacheloruddannelser ved universiteterne (bacheloradgangsbekendtgørelsen): <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=145484>. Ved nogle uddannelser er det et krav, at man har fysik eller kemi på A-niveau.

5. Der er generelt stor interesse for og opbakning til bioteknologi A blandt rektorer, lærere og censor, men de peger på en række udfordringer ved implementering af faget.
6. Tolærerordningen, hvor undervisningen koordineres mellem to lærere med hver deres faglige baggrund, har vist sig at være en tidsmæssig, social og faglig udfordring. Tolærerordningen rummer dog samtidig mulighed for faglig sparring og tæt samarbejde med en kollega.
7. Udbuddet af bioteknologi har krævet både efteruddannelse og ekstra timer til koordinering, og spørgeskemaundersøgelsen og interviewene med rektorer og lærere tyder på, at dette også i fremtiden er nødvendigt.
8. Bioteknologi A er et stort fag, der i sammenligning med henholdsvis biologi og kemi på nogle områder giver eleverne en mindre dybdegående viden i biologi og en mindre systematisk indføring i kemi.
9. Lærere og censorer kritiserer eksamensformerne i bioteknologi A - både den skriftlige og den mundtlige eksamen - for ikke at støtte nok op om bioteknologi A's stærke anvendelsesaspekt.
10. Eksamenssættene i bioteknologi A tester kompetencer (og stiller opgaver), der er relevante for aftagere på universiteterne.

Resultater

Dette afsnit beskriver de overordnede evalueringsresultater. Afsnittet er struktureret efter en række temaer, der rejste sig i analysen af det datamateriale, der blev indsamlet i evalueringsundersøgelserne.

Er bioteknologi A et fag med en selvstændig faglig identitet?

En analyse af relevante læreplaner og skriftlige eksamenssæt samt interviews af lærere og censorer viser, at bioteknologi A fremstår som et fag med en selvstændig faglig identitet. Bioteknologi A adskiller sig fra biologi og kemi (både A og B-niveau) ved to aspekter. For det første har bioteknologi A et større og et andet fokus på anvendelse. Dette aspekt understøttes både af analysen af læreplaner og eksamenssæt og af interviews med lærere og censorer. For det andet består bioteknologi As faglige indhold ofte i at binde det cellulære sammen med det molekylære niveau, hvor biologi ofte vil have en nedre grænse i det cellulære og kemi en øvre grænse i det molekylære niveau. Dette aspekt understøttes primært af analysen af eksamenssættene. Spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere og interviewene med rektorer, lærere og censorer peger dog på, at der er udfordringer forbundet med at integrere biologi og kemi til et bioteknologifag med en selvstændig faglig identitet, når to lærere med to forskellige faglige baggrunde underviser i faget.

Hvilke kompetencer adresseres i bioteknologi A og på hvilket niveau?

Analysen af eksamenssæt viser, at en række kompetencer, der bliver testet i bioteknologi eksamenssættene, kun i et marginalt omfang bliver testet i biologi A (og slet ikke i kemi A) eksamenssættene. Det er interessant at bemærke, at disse kompetencer alle har at gøre med det anvendelsesorienterede aspekt af bioteknologi A. Eksamenssættene i biologi tester også for anvendelse af det faglige indhold, men der er tale om et andet fokus på anvendelse end i bioteknologi A.

Dog er de fire kompetencer, der primært bedømmes i eksamenssættene i bioteknologi A de samme fire kompetencer, der også primært bedømmes i biologi og kemi eksamenssættene. Inden for deres eget fagområde er bioteknologiopgaverne gerne på taksonomisk niveau med eller

lidt sværere end opgaver i eksamenssæt fra biologi A og kemi A. En elev, der svarer rigtigt på opgaverne, skal ofte kunne vise, at vedkommende kan kombinere viden om specifikt fagligt indhold med metodiske tilgange og kunne relatere metoder til hinanden. Eksamenssættene i bioteknologi A ligger på taksonomisk niveau med biologi A. Sammenlignet med kemi A starter eksamenssættene i bioteknologi A og biologi A generelt på et højere taksonomisk niveau og bevæger sig op på et mere abstrakt taksonomisk niveau end kemi A.

Analysen af lærernes tekstsvær på åbne spørgsmål i spørgeskemaundersøgelsen peger på, at de opfatter eksamenssættene som fagligt opdelt; det vil sige at de mener at der eksisterer en ren kemidel og en ren biologidel. I forhold til eksamenssættene er det delvist rigtigt. Der findes opgaver i bioteknologisættene som har klare biologifaglige eller kemifaglige fokuser, men der findes også opgaver som blev vurderet som unikke for bioteknologifaget, både i form af indhold (specielt de opgaver hvis indhold relaterer til interfacet mellem det cellulære og det molekylære) og i form af kompetencer.

Hvordan foregår undervisningen i bioteknologi A på stx og htx?

Bioteknologi A implementeres både i stx og htx overvejende som et problemorienteret og tematisk fag. Undervisningen i bioteknologi adskiller sig fra undervisningen i biologi/kemi ved at fokusere på anvendelse af metoder og på at koble biologi og kemi. Koordineringen mellem to lærere med hver deres baggrund har vist sig at være en tidsmæssig, social og faglig udfordring. Tolerørordningen rummer samtidig mulighed for faglig sparring og tæt samarbejde med en kollega. Det opleves dog nemmere at lave en sammenhængende undervisning for de lærere, der har undervisningskompetence i begge fag eller specifikt en bioteknologisk baggrund.

Hvordan organiseres bioteknologi A på den enkelte skole?

Overvejende bruges tolerørordningen både på stx og htx, men der findes lærere, der underviser alene. En større andel af lærerne på htx underviser alene i faget sammenlignet med stx. Det nye fag har krævet både efteruddannelse og ekstra timer til koordinering, og interviewene med rektorer og lærere tyder på, at dette også i fremtiden er nødvendigt. (Det faldt udenfor denne evaluerings sigte at undersøge om bioteknologi A har medført mindre udbud på biologi- og kemifagene eller et større udbud af naturfag på gymnasiale skoler).

Hvad kan eleverne, der tager bioteknologi A, og hvordan kan de vise det?

Lærere og censorer vurderer, at bioteknologifagets anvendelses- og problemorienterede fokus uddanner elever, der er i stand til at sætte biologisk og kemisk viden i spil i tværfaglige og komplekse sammenhænge. De peger samtidig på, at bioteknologi A er et stort fag, der kan betyde, at eleverne på nogle områder ikke har lige så dybdegående viden i biologi og ikke har fået en systematisk indføring i kemi. På trods af dette er eleverne i stand til at anvende bioteknologiske metoder i konkrete sammenhænge.

Hvordan fungerer eksamensformerne?

Eksamensformerne - både de skriftlige og den mundtlige eksamen - kritiseres af lærere og censorer for ikke at støtte nok op om bioteknologi As stærke anvendelsesaspekt. Det vil sige, at selvom eksamenssættene tester for anvendelsesorienterede kompetencer, vurderer lærere og censorer, at de traditionelle evalueringsformer ikke er tilstrækkelige til at teste kompetencerne til fulde. På den måde mangler der en overensstemmelse mellem læreplan og eksamen.

Forskelle mellem htx og stx i implementeringen af bioteknologi A

De primære forskelle mellem htx og stx kommer til udtryk i rektorernes beskrivelse af studieretningens betydning for den enkelte skole. Der har ikke på samme måde vist sig at være forskelle

mellem stx og htx i lærere og censorers perspektiv på bioteknologi A. På htx beskrives bioteknologi A som et fag, der i formål, indhold og metode har en tydelig htx-profil med et stærkt anvendelses- og projektorienteret fokus. Bioteknologi betragtes på htx som en studieretning, der kan tiltrække flere elever, herunder flere piger og elever, som måske ville have valgt stx. På stx sikrer bioteknologi A en biologisk orienteret studieretning, der er adgangsgivende til de fleste videregående naturvidenskabelige uddannelser. På stx er der, alt afhængig af skolens størrelse og udbud af studieretninger, en bekymring for, at bioteknologi A tager elever fra studieretninger med biologi A. Bioteknologi A indarbejdes i htx som et projektorienteret fag på linje med de andre fag på htx, mens eksamenssættets udformning i Bioteknologi A læner sig mere op ad, hvad man ville forvente på stx.

Hvordan ser aftagerne på bioteknologi A?

Undervisere fra Københavns Universitet og Danmarks Tekniske Universitet der repræsenterer uddannelser med bioteknologisk indhold peger på, at indholdet i opgaverne i eksamenssættene stemmer godt overens med disse uddannelsers krav til studerende i deres optag. Med andre ord er indholdet i eksamenssættene i tråd med aftagernes ønsker. Nogle af opgaverne i bioteknologiekksamenssættene og de forventede besvarelser af dem kunne indgå i udvalgte kurser på disse uddannelser. (Denne evaluering har ikke undersøgt de faktisk realiserede kompetencer for studerende på videregående bioteknologiske uddannelser, som har bioteknologi A som en del af deres baggrund).

INDLEDNING

Indledning

Institut for Naturfagenes Didaktik på Københavns Universitet har i foråret 2013 gennemført en evaluering af bioteknologi A som forsøgsfag i stx og htx. Evalueringen gennemføres på vegne af Ministeriet for Børn og Undervisning.

Formålet med evalueringen er at undersøge, hvilke muligheder og barrierer faget bioteknologi A rummer for elever, lærere og skoleledelser med henblik på organiseringen og implementeringen af undervisning og eksamen.

Evalueringen er struktureret ud fra tre niveauer:

1. Det intenderede niveau. Dette niveau inddrager elementer af den politiske beslutningsproces og analyserer intentionerne med bioteknologi A, som de kommer til udtryk i læreplaner og eksamenssæt. Det handler om de politiske og didaktiske intentioner bag og forventninger til implementeringen af bioteknologi A.
2. Det implementerede niveau. Dette niveau fokuserer på, ledelsens og lærernes perspektiv på implementeringen af bioteknologi A. Det handler om, hvordan skolerne organisatorisk og administrativt har implementeret bioteknologi A, og lærernes erfaringer med at undervise i bioteknologi A.
3. Det realiserede niveau. Dette niveau ser på lærere og censorers vurdering af elevernes udbytte af bioteknologi A. Det handler om, hvordan de politiske og didaktiske intentioner for faget realiseres.

På hvert niveau har vi fokuseret på forskelle og ligheder mellem stx og htx. Desuden har vi sammenlignet bioteknologi A med relevante niveauer inden for biologi og kemi i stx og htx.

Evalueringens organisation

Evalueringen er tilrettelagt i samarbejde med ministeriets fagkonsulenter i bioteknologi A Kresten Torp og Keld Nielsen. Evalueringen er gennemført af en evalueringsgruppe fra Institut for Naturfagenes Didaktik bestående af konsulent Dorte C. Elmeskov (projektleder), postdoc Jesper Bruun og postdoc Jan Alexis Nielsen. Desuden har stud. psych. Fie Lykke Hansen gennemført den kvantitative analyse af spørgeskemaundersøgelsen, og stud.scient. Thor Skovlund Løgi Christensen og stud.scient. Marie Lohmann Jensen har kodet de kvalitative data i spørgeskemaundersøgelsen. Desuden har stud.scient. Henriette Wase Hansen været behjælpelig med udsendelse af spørgeskema og opsætning af rapport.

Rapportens opbygning

Forrest i rapporten findes et resumé med evalueringens hovedkonklusioner. Evalueringen bygger på en række delundersøgelser, som er gennemført ved brug af forskellige metoder. I næste afsnit beskriver vi evalueringens metoder. Herefter præsenterer vi evalueringens resultater på det intenderede, implementerede og realiserede niveau. De efterfølgende kapitler går i dybden med evalueringens de forskellige delundersøgelser. I det supplerende materiale² findes en række relevante appendices.

²Dokumentet *Supplerende Materiale* findes på <http://www.ind.ku.dk/mona/serie/2015-1>

METODER

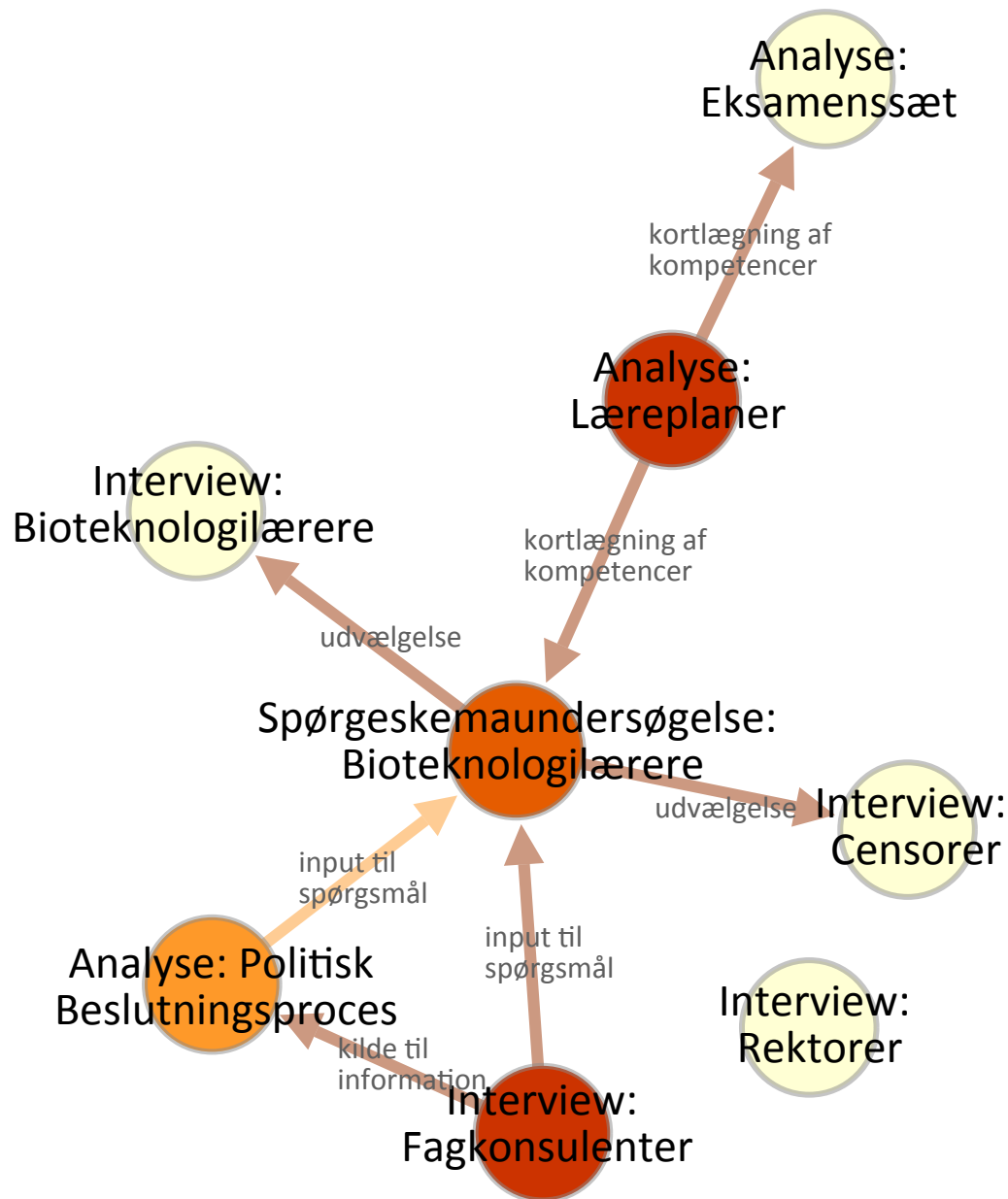
Evaluerings Metoder

Til hvert af evalueringens tre overordnede niveauer, det intendede niveau, det implementerede niveau og det realiserede niveau knytter sig 2 – 3 delopgaver, som i evalueringen beskrives gennem besvarelse af en række evalueringsspørgsmål til den enkelte delopgave (se tabel 1). For at beskrive delopgaverne og besvare evalueringsspørgsmålene har vi gennemført en række delundersøgelser ved brug af forskellige metoder, som går på tværs af delopgaver og evalueringsspørgsmål. I dette afsnit beskriver vi evalueringens metoder.

INTENDERET
<i>Politiske intentioner og didaktiske målsætninger bag faget Bioteknologi A</i>
Hvordan er fagets kompetencemål blevet beskrevet og fortolket i relevante grundlagsdokumenter?
På hvilke områder adskiller disse beskrivelser sig fra de tilsvarende beskrivelser i fagene biologi og kemi?
<i>Forventninger til lærerkorpset</i>
Hvilke forventninger til henholdsvis biologi- og kemilærere ligger der i de relevante grundlagsdokumenter for faget?
<i>Forventninger til læringsudbyttet</i>
Hvilke kompetencer tester de skriftlige eksamenssæt i henholdsvis bioteknologi, biologi og kemi?
IMPLEMENTERET
<i>Indflydelse på skoleniveau</i>
På hvilke måder har implementeringen af bioteknologi A haft indflydelse på skolernes uddannelsesadministration?
<i>Lærerkvalifikationer til at undervise i bioteknologi A</i>
Hvordan har lærere oplevet deres egne kvalifikationer til at kunne undervise i bioteknologi A?
<i>Implementering af undervisningen i bioteknologi A</i>
Hvordan har lærere implementeret undervisningen i bioteknologi A?
På hvilke måder er der forskelle i måden hvorpå biologi- og kemilærere har implementeret undervisningen?
Hvordan har lærere i praksis samarbejdet om undervisningen?
REALISERET
<i>Censorernes vurdering af fagligheden</i>
På hvilke måder har censorer oplevet, at bioteknologi A adskiller sig fra henholdsvis biologi og kemi?
Hvordan vurderer censorer de nuværende eksamensformer (skriftlig, mundtlig eksamen, studieretningsprojekt og almen studieforberedelse) for bioteknologi A?
Hvordan vurderer censorer den faglige kvalitet i forbindelse med bioteknologiexaminer sammenlignet med den faglige kvalitet i henholdsvis biologi og kemi?
<i>Lærernes vurdering af udbyttet af undervisningen</i>
På hvilke måder har lærere oplevet, at bioteknologi A adskiller sig fra henholdsvis biologi og kemi?
Hvordan vurderer lærere det kompetencemæssige udbytte i undervisningen sammenlignet med det kompetencemæssige udbytte i henholdsvis biologi og kemi?

Tabel 1: Spørgsmål hørende til evalueringens tre niveauer.

I figur 1 herunder beskriver vi, hvordan evalueringens delundersøgelser indbyrdes relaterer til hinanden:



Figur 1: Kort over delundersøgelseernes indbyrdes relationer. Cirklerne repræsenterer delundersøgelser, og farver angiver hvor i processen de lå. Analysen af læreplaner og interviews med fagkonsulenter lå tidligt i arbejdsprocessen, mens interviews og analysen af eksamenssæt lå sent. Pilen angiver, hvordan resultater fra en delundersøgelse har haft indflydelse på en anden delundersøgelse. For eksempel resulterede analysen af læreplaner blandt andet i en kortlægning af kompetencer i læreplanerne, og den kortlægning blev brugt som input til spørgsmål i spørgeskemaundersøgelsen og som udgangspunkt for analysen af eksamenssæt. Udover de viste relationer har spørgeskemaundersøgelsen, analyserne og interviewene med fagkonsulenterne alle bidraget til udformningen af interviewguides til interview med lærere, censorer og rektorer.

Her følger en oversigt over de metoder, som vi har anvendt i delundersøgelserne i evalueringen.

Læreplansanalyse

Denne del af evalueringen relaterer primært til det intendede niveau i evalueringen. Derfor handler analysen primært om afsnittene Identitet og Faglige mål og indhold i læreplaner for bioteknologi A, biologi A og B samt kemi A og B. De andre afsnit i læreplanerne om arbejdsformer og evaluering handler om implementering og realisering, som vi har undersøgt på andre måder. Analysen af læreplanerne er opdelt i en kvalitativ og en kvantitativ del. Den kvalitative del fokuserer på temaer i teksternes formuleringer og argumenter i de to afsnit. De fremkomne temaer (den forståelse faget sigter mod, stillingtagen, fagets åbning, italesættelse af anvendelse, italesættelse af fagligt indhold, grad af almindelse og fagets studieforberedende mål) er udfoldet i tekst og opsummeret i en tabel. Den kvantitative del er en lingvistisk netværksanalyse af faglige kompetencemål for hvert af fagene (Bruun and Nielsen, 2013). De kvantitative og kvalitative dele af læreplansanalysen har informeret hinanden gennem analyseprocessen. For eksempel fremstår anvend meget klart som et tema i den kvantitative del, hvilket kunne udfoldes i den kvalitative del.

Analyse af den politiske beslutningsproces

Denne del af evalueringen knytter sig til det intendede niveau og har bestået i at indhente og analysere materiale fra den politiske beslutningsproces. Da det har vist sig, at der var tale om et begrænset materiale om den politiske beslutningsproces, har vi ikke gennemført en egentlig analyse af den politiske beslutningsproces.

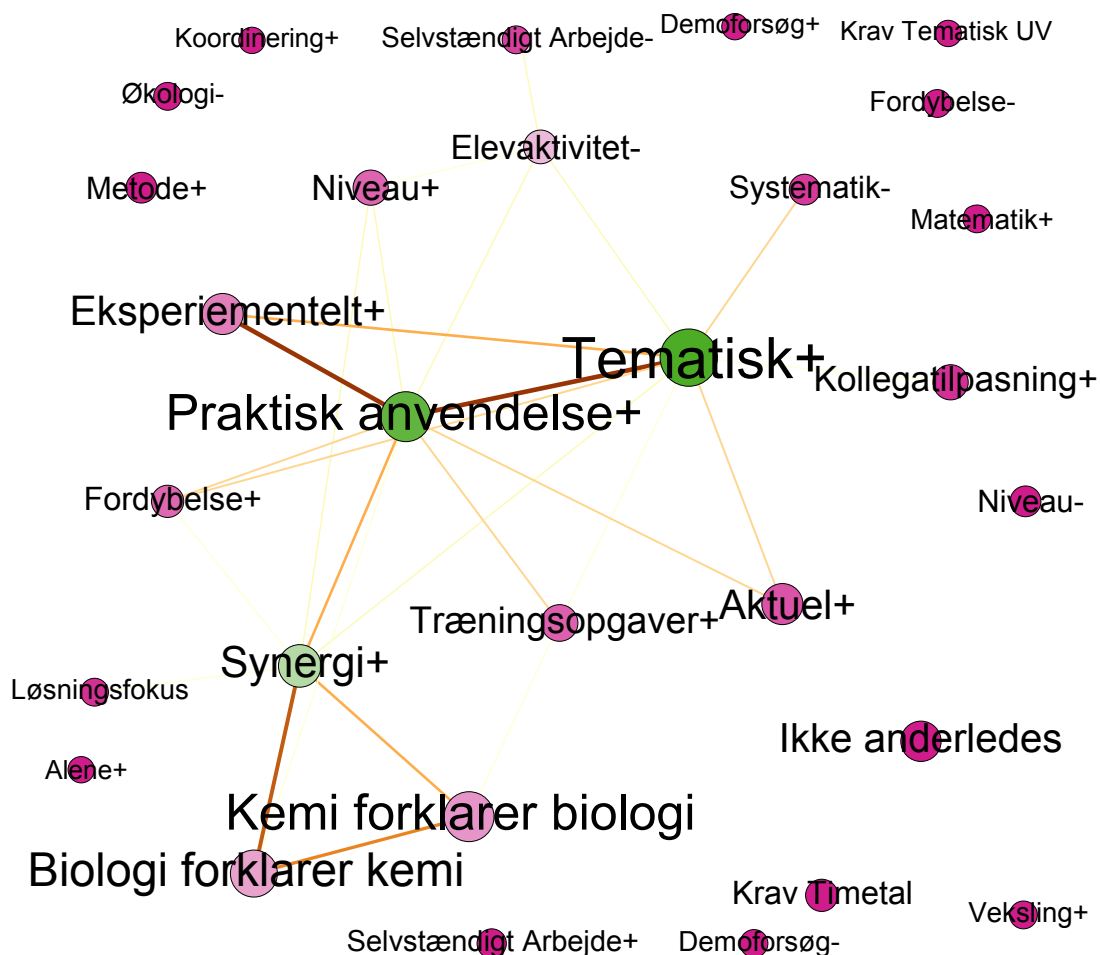
Spørgeskemaundersøgelse

Spørgeskemaet er udarbejdet gennem en indledende brainstorm over de evalueringsspørgsmål, som spørgeskemaundersøgelsen skulle afdække³. Spørgsmålene i spørgeskemaet er revideret over flere omgange, og sendt til seks testpersoner, bioteknologilærere fra stx og htx med baggrund inden for både biologi og/ eller kemi, og revideret yderligere inden udsendelsen. Det endelige spørgeskema er sendt til 306 respondenter. Blandt disse viste det sig, at fire ikke var ansat længere, og at fem alligevel ikke underviste i bioteknologi A. Det betyder, at det samlede antal mulige respondenter er 297. I alt 236 respondenter har besvaret skemaet, hvilket giver en svarprocent på 79,4 %. Spørgeskemaet indeholder spørgsmål om bioteknologilærernes baggrund og om undervisningens organisation. Dernæst indeholder skemaet en række Likert-skala (7-trin) spørgsmål, hvor lærerne kunne erklære sig enige/uenige i et udsagn. Likert-skala spørgsmålene er tematiseret over forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologiundervisningen, kendetegn for lærernes undervisning, lærernes oplevelse af egne kvalifikationer og sammenhængen mellem læreplan og eksamen, og for hvert tema har lærerne haft mulighed for at give uddybende svar. Endelig indeholder spørgeskemaet også et åbent spørgsmål om lærernes vurdering af, hvad eleverne bliver gode til (se afsnittet *Spørgeskemaundersøgelse*).

Spørgeskemabesvareelserne er dels anvendt til at analysere lærernes holdninger til temaerne og dels brugt til at udvælge lærere til interviews (se nedenfor). Likert-skalaspørgsmålene og baggrundsvariablene er brugt til at søge efter signifikante forskelle mellem respondenter ved brug af softwarepakken SPSS (v.21).

Tekstsvarene på de åbne spørgsmål er analyseret tematisk (Braun and Clarke, 2006) og tekstsvarene er kodet af to kodere. Resultaterne af kodningen af tekstsvarene er repræsenteret som netværk af koder, hvor koderne er forbundne alt efter, om de er anvendt til at kode samme

³Spørgeskemaet er udarbejdet i samarbejde med en forskergruppe fra Institut for Naturfagernes Didaktik, der gennemfører et projekt i samarbejde med Forum 100 % om at styrke elevernes interesse for naturfag.



Figur 2: Kodenetværket for svarene på spørgsmålet om uddybende kommentarer på hvordan bioteknologi undervisning adskiller sig fra biologi/kemi undervisning. Farverne angiver vigtighed som målt ved PageRank algoritmen (Brin and Page, 1998). Grøn er mere vigtig end lilla.

svar. Figur 2 viser et eksempel på netværkene. Netværket giver information ikke blot om, hvor meget en kode bruges, men også om hvor meget koden bruges sammen med andre koder. For eksempel er *Praktisk anvendelse +*, der angiver, at der er mere praktisk anvendelse i bioteknologi A end i de to andre fag stærkt koblet til *Tematisk+* (undervisningen er mere tematisk) og *Eksperimentelt+* (der er et større eksperimentelt fokus). Netværket ovenfor afslører to forbundne temaer: Et fagdidaktisk tema om faglig synergi, som handler om, hvorvidt man for eksempel kan bruge kemiske koncepter til at forklare biologiske koncepter og omvendt samt et indholdsmæssigt tema centreret omkring praktisk anvendelse.

Interviews

Der er gennemført interviews med fire forskellige grupper, lærere, censorer, rektorer og fagkonsulenter. Interviewet med fagkonsulenterne har tjent som baggrundsinformation til de øvrige dele af evalueringen, og der er ikke foretaget egentlig analyse af dette interview.

Interviewene er gennemført som kvalitative semistrukturerede interviews, primært som tele-

foninterviews, med interviewguides, der er specifikke til hver respondentgruppe. Interviewguides er inkluderet i det supplerende materiale. Interviewguides er udarbejdet dels på baggrund af de evalueringsspørgsmål, som interviewene skulle bidrage til at besvare under de enkelte delopgaver, og dels på baggrund af spørgeskemaundersøgelsens resultater og tidligere interviews. Interviewene er optaget på diktafon, lyttet igennem og vigtige citater er udskrevet i deres fulde længde. Der er foretaget tematisk analyse af interviewene på baggrund af noter fra interviewene og udskrifter af vigtige citater. Her følger en kort gennemgang af udvælgelsesprocesser for hver af interviewtyperne.

Lærere

Der er gennemført i alt ni interviews med lærere, der underviser i bioteknologi A, seks fra stx og tre fra htx. Udvalget af lærere til interviews er foretaget på baggrund af en indledende analyse af udvalgte kvantitative data i spørgeskemaundersøgelsen. Udvalget har fokuseret på at finde lærere, der gav forskelligartede svar, og som var repræsentative for en gruppe af svar (Se uddybende beskrivelse af udvælgelsesproces i afsnittet *Interview: Lærere*). Ud fra denne analyse er der valgt lærere fra både stx og htx, som udover bioteknologi A enten underviser i kemi, biologi eller både biologi og kemi.

Censorer

Der er gennemført i alt fire interviews med censorer, to fra stx og to fra htx. Udvalget af censorer til interviews er foretaget på baggrund af ministeriets liste over censorer samt en vurdering af censorernes besvarelse af spørgsmålene i spørgeskemaet til lærerne om elevernes udbytte af faget.

Rektorer

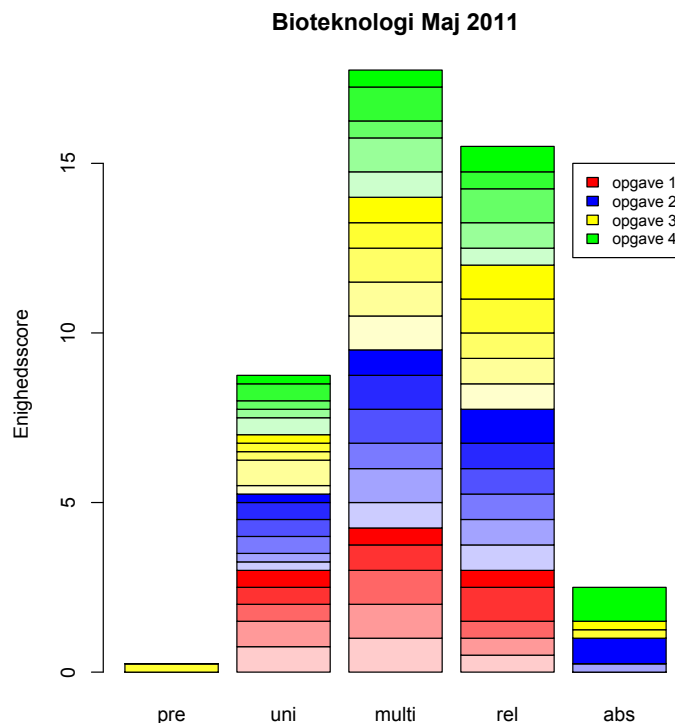
I udvalget af rektorer er der lagt vægt på at sikre en geografisk spredning. De interviewede rektorer fra stx repræsenterer skoler med mellem 500 og 1000 elever, mens rektorerne fra htx repræsenterer skoler med mellem 500 og 700 elever.

Analyse af eksamenssæt

Der blev nedsat en arbejdsgruppe bestående af to erfarne undervisere med erfaring som censorer i bioteknologi A og to forskere fra henholdsvis DTU og KU med erfaring som undervisere på kurser med bioteknologisk indhold. Censorerne blev udvalgt ud fra anbefalinger fra fagkonsulenterne, mens forskerne blev udvalgt efter evalueringsgruppens henvendelse til DTU og KU. Arbejdsgruppen har overordnet haft to opgaver (se afsnittet *Analyse af eksamenssæt* for en detaljeret beskrivelse af arbejdsgruppens opgaver):

- At inddele opgaver i eksamenssættene fra bioteknologi A fra maj 2011, maj 2012 og august 2012 efter taksonomisk niveau ud fra SOLO-taksonomien. Censorerne skulle inddele opgaverne efter, hvad de ville forvente af en studerende, der gik til eksamen i bioteknologi A, mens universitetsunderviserne skulle inddele opgaverne efter, hvad de ville forvente af en studerende, der tog et af de første kurser på uddannelsen.
- Ud fra en opdeling i kompetencer af de faglige mål i læreplanen at matche delopgaver i eksamenssættene fra maj 2011, maj 2012 og august 2012 med kompetencerne (figur 3 er et eksempel på arbejdsgruppens arbejde).

I Danmark såvel som internationalt bruges oftest enten SOLO eller Blooms (1956) taksonomi – nærmere reviderede versioner af Blooms taksonomi (Anderson et al., 2001). Begge taksonomier har merit, og et valg af én taksonomi vil således være et fravalg af en række kvaliteter ved den



Figur 3: Vurdering af SOLO-taksonomisk niveau af eksamenssættet i bioteknologi A fra maj 2011. Hver delopgave har fået op til 4 stemmer på hvert niveau. På figuren er opgaverne repræsenteret med farver og delopgaver med gennemsigtigheden af farven. Hvert rektangel svarer til en delopgave. Højden af rektanglet svarer til det antal stemmer en delopgave har fået. Opgave 3.1 er repræsenteret på tre taksonomiske niveauer og har fået 1 stemme på det enkeltstrukturerede niveau, 4 stemmer på det flersidigt strukturerede niveau og 3 stemmer på det relationelle niveau. En nærmere beskrivelse af arbejdsgruppens opgaver findes i afsnittet Analyse af eksamenssæt

anden taksonomi. Blooms taksonomi har den fordel at være mere alment brugt i den danske gymnasieskole. Dog valgte vi at anvende SOLO taksonomien af to grunde. For det første er det fortrinsvis SOLO taksonomien, der bruges på tertiært niveau – såvel nationalt som internationalt. Da der i arbejdsgruppen deltog undervisere fra tertiære aftagere, og da eksamenssættene netop peger fremad til et tertiært niveau, anså vi det som mere relevant at bruge SOLO taksonomien. For det andet har Blooms taksonomi undergået en del kritik i forhold til, at taksonomien ikke i sig selv rummer vurderingskriterier, der kan bruges til at vurdere det relative niveau eller sværhedsgrad af en given aktivitet (eller opgave) – for eksempel er det at bede elever om at ”analysere ” en ”kemisk forbindelse ” og et ”argument [...]så forskellige aktiviteter ” at det bliver uklart ud fra Blooms taksonomi, hvad vi skal lægge i nøgleordet ordet ”analyse ” i en given opgave (Ennis, 1985). Fremfor alt anser vi ikke valget af SOLO taksonomien som kontroversiel da det eneste formål med en forstående taksonomiske niveauinddeling er en sammenligning på tværs af forskellige eksamenssæt ved brug af en taksonomi.

RESULTATER

Resultater

I det følgende beskriver vi evalueringens resultater for det intendede, implementerede og realiserede niveau. Vi beskriver resultaterne for de enkelte delopgaver baseret på de evalueringsspørgsmål, som knytter sig til delopgaven og henviser til de delundersøgelser, som delopgaverne bygger på.

Intentionerne bag faget bioteknologi A

Analysen af intentionerne bag faget bioteknologi A viser:

- At bioteknologi A har sit eget genstandsfelt og adskiller sig fra biologi og kemi ved at binde det cellulære og det molekylære niveau sammen.
- At bioteknologi A adskiller sig væsentligt fra fagene biologi og kemi ved at have et andet og større fokus på anvendelse, for eksempel ved at der i læreplaner og eksamenssæt konsekvent lægges vægt på anvendelse af bioteknologiske metoder.
- At eksamenssættene i bioteknologi A i højere grad tester anvendelsesorienterede kompetencer sammenlignet med eksamenssættene i biologi og kemi.
- At eksamenssættene i bioteknologi A ligger på samme taksonomiske niveau som biologi A, og at eksamenssættene i bioteknologi A og biologi A ligger på et højere taksonomisk niveau end kemi A.

Politiske intentioner og didaktiske målsætninger bag faget bioteknologi A

Denne delopgave besvarer følgende evalueringsspørgsmål:

- *Hvordan er fagets kompetencemål blevet beskrevet og fortolket i relevante grundlagsdokumenter?*
- *På hvilke områder adskiller disse beskrivelser sig fra de tilsvarende beskrivelser i fagene biologi og kemi?*

Da det har vist sig, at de politiske grundlagsdokumenter, som vi har haft adgang til, har været af et begrænset omfang, er der ikke foretaget egentlig analyse af den politiske beslutningsproces. Evalueringsspørgsmålene besvares derfor på baggrund af analyse af læreplaner i bioteknologi A og kemi (A på stx og B på htx) og biologi A (se *Læreplansanalyse*). Bioteknologi A har været forsøgsfag i stx og htx siden 2008⁴. Baggrunden for at udbyde bioteknologi A som forsøgsfag er en anbefaling, som kom fra rapporten *Et fælles løft*⁵, som blev udarbejdet af en arbejdsgruppe nedsat af den daværende undervisningsminister og videnskabsminister i foråret 2007. Arbejdsgruppens opgave var at komme med forslag til en national strategi for, hvordan natur, teknik og sundhed kunne styrkes for at få flere unge til at uddanne sig inden for disse områder. Blandt arbejdsgruppens anbefalinger var blandt andet, at bioteknologi skulle oprettes som forsøgsfag i stx og htx.

En politisk aftale fra december 2007 mellem regeringen og forligspartierne bag gymnasierformen førte til, at bioteknologi A blev oprettet som forsøgsfag fra 2008. I aftalen beskrives, at

⁴Bioteknologi var også forsøgsfag i starten af 00'erne. Det nuværende forsøg bygger på erfaringerne fra den første forsøgsperiode.

⁵Et fælles løft: Rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for Natur, Teknik og Sundhed. 15. februar 2008: http://nts.ind.ku.dk/et-faelles-loeft_web.pdf.

”Faget skal sætte fokus på emner inden for bioteknologi og skal omfatte stofområder og arbejdsmetoder, som universiteter, forskningsinstitutioner og sundhedsorienterede dele af industrien forventes at efterspørge i fremtiden.”⁶

I forsøget udbydes bioteknologi A som en del af en studieretning, hvor eleverne også har matematik A og fysik B.

Baggrunden for at oprette bioteknologi A som forsøgsfag var at forsøge at få flere elever, især piger, til at vælge naturfag. Med bioteknologi A har man et biologisk orienteret fag, som kan fange de biologisk interesserede elever, og samtidig sikre adgangsbetingelser til de fleste naturvidenskabelige videregående uddannelser.

De faglige mål for stx/htx biologi A, kemi (A på stx og B på htx) og bioteknologi A er selvsagt meget forskellige indholdsmæssigt. Analysen af læreplanerne viser, at bioteknologi A har bredere faglige mål end de andre fag. I læreplanerne tales der endvidere på forskellige måder om fagenes anvendelsesorientering. Hvor stx biologi (og på sin vis også htx biologi) følger den mere traditionelle tanke om kritisk medborgerskab (det vil sige tanken om at man med biologifaglig dannelse har et fundament, hvorudfra man kan træffe beslutninger om samfundet), gennemsyres bioteknologi A og stx kemis identitetsbeskrivelser derimod af, at fagene tænkes som mere konkrete redskaber (måske endda redskabsfag). Frem for alt lægges vægt på, at der i bioteknologi A er tale om anvendelsen af bioteknologiske metoder.

Forventninger til lærerkorpset

Denne delopgave besvarer evalueringsspørgsmålet *Hvilke forventninger til henholdsvis biologi- og kemilærere ligger der i de relevante grundlagsdokumenter for faget?* Det har vist sig, at beskrivelser af forventninger til lærerkorpset i bioteknologi A er begrænset beskrevet i de grundlagsdokumenter, vi har haft adgang til. Men ministeriet har beskrevet (18/03/2011), at der ikke er udarbejdet faglige mindstekrav til undervisere i bioteknologi A. Videre står der, at

[...]da faget i forhold til adgangsbekendtgørelsen ækvivalerer biologi B og kemi B, vil de faglige mindstekrav i disse fag være en del af skolelederens beslutningsgrundlag, når det skal vurdere, om en lærer kan tildeles faglig kompetence i bioteknologi A⁷

Forventninger til læringsudbyttet

Denne delopgave besvarer evalueringsspørgsmålet *Hvilke kompetencer tester de skriftlige eksamenssæt i henholdsvis bioteknologi, biologi og kemi?* Opgaven bygger på arbejdsgruppens analyse af eksamenssæt i bioteknologi A, biologi A og kemi A (*Analyse af eksamenssæt*).

Analysen af eksamenssættene viser, at eksamenssættene i bioteknologi A, biologi A og kemi A alle tester for dele af de kompetencer, der optræder i læreplanen for bioteknologi A. På tværs af bioteknologi-eksamenssættene fra 2011 og 2012 er der især fire kompetencer, der træder frem. Disse fire kompetencer bliver også testet på tværs af eksamenssættene i *stx kemi A maj 2012* og *stx biologi A juni 2012*. De to mest testede kompetencer på tværs af eksamenssættene er: (*Eleven kan*):

- *analysere bioteknologiske problemstillinger under anvendelse af fagsprog, symboler og nomenklatur*

⁶Aftale af 13. december 2007 mellem regeringen og DF, S, RV og SF (punkt 7): <http://www.uvm.dk/Uddannelser-og-dagtilbud/Gymnasiale-uddannelser/Styring-og-ansvar-paa-gymnasiale-uddannelser/Politiske-oplaeg-og-aftaler-for-de-gymnasiale-uddannelser/Gymnasiereformen/Andring-af-gymnasiereformen>.

⁷http://www.uvm.dk/Uddannelser-og-dagtilbud/Gymnasiale-uddannelser/Studieretninger-og-fag/Forsog-med-fagene-i-de-gymnasiale-uddannelser/-/media/UVM/Files/Udd/Gym/PDF11/110322_FAQ_bioteknologi.ashx

- *relatere observationer, model- og symbolfremstillinger til hinanden*

En række kompetencer, der bliver testet i bioteknologi eksamenssættene, bliver *kun i et marginalt omfang* testet i eksamenssættene i biologi A (og slet ikke i kemi A). Disse kompetencer har alle at gøre med det *anvendelsesorienterede* aspekt, som er særegent for bioteknologi A. Den mest testede af disse er: (*Eleven kan*):

- *analysere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som sundhed og sygdom, fødevareteknologi, forædling, biologisk og kemisk produktion på et bæredygtigt grundlag*

Den taksonomiske inddeling af hver delopgave viser, at det primære fokus i bioteknologiopgaverne er på, om eleven kan *strukturere, beskrive, registrere, udregne, kombinere og sammenligne, årsagsforklare, analysere, relatere* bioteknologiske koncepter. Det svarer til SOLO-taksonomiens flersidigt strukturerede og relationelle niveauer. De sidste delopgaver i en opgave vil ofte kræve, at eleven skal kunne perspektivere, for eksempel anvendelsen af metoder til brug i praksis, eller opstille hypoteser. Det svarer til SOLO-taksonomiens højeste niveau, det abstrakte niveau. Taksonomisk set ligner bioteknologisættene mere biologisættene end kemisættene. Det er ikke muligt at sige om bioteknologisættene er sværere eller lettere end kemi-/biologisættene på en objektiv skala. Inden for de enkelte fags områder kan man dog sige, at kemisættene næsten ikke indeholde opgaver på det abstrakte plan, og at de begynder på et lavere taksonomisk niveau (idet de ofte handler om at *identificere*, for eksempel et molekyle eller en reaktion). Men alle fagene har et klart fokus på det flersidigt strukturerede og relationelle niveau.

Implementering af bioteknologi A

Analysen af implementering af bioteknologi A viser:

- At bioteknologi A på htx fremhæves som et fag med en tydelig htx-profil med fokus på det problembaserede og anvendelsesorienterede. På stx fremhæves bioteknologi A som en biologisk orienteret studieretning, der sikrer adgang til mange videregående uddannelser.
- At undervisningen ifølge lærerne er tematisk og problembaseret og fokuseret på anvendelse af fagets metoder og koblingen mellem kemi og biologi.
- At der er signifikante forskelle på implementering af faget alt efter om læreren har undervisningskompetence i begge fag eller i kun det ene af fagene biologi eller kemi.
- At undervisningen i bioteknologi A på både stx og htx i høj grad er organiseret ved en tolærerordning, hvor undervisningen i faget koordineres mellem to lærere med hver deres faglige baggrund.
- At der på htx er relativt flere lærere, der varetager undervisningen i faget alene sammenlignet med stx.
- At tolærerordningen har vist sig at være en tidsmæssig, social og faglig udfordring, som samtidig rummer mulighed for faglig sparring og tæt samarbejde med en kollega.
- At tolærerordningen kræver ekstra ressourcer, og at der fortsat er interesse for efteruddannelse blandt lærere.
- At der er udfordringer forbundet med at integrere biologi og kemi til et selvstændigt bioteknologifag, når to lærere med forskellige faglige baggrunde underviser i faget.

I det følgende ser vi på skolernes og lærernes erfaringer med at implementere bioteknologi A. Afsnittet bygger på interviews med rektorer, spørgeskemaundersøgelse blandt lærere samt interviews med lærere i bioteknologi A.

Indflydelse på skoleniveau

Denne delopgave besvarer evalueringsspørgsmålet *På hvilke måder har implementeringen af bioteknologi A haft indflydelse på skolernes uddannelsesadministration?* med fokus på oplevede udfordringer i forbindelse med implementeringen af faget. Opgaven bygger på interviews med udvalgte rektorer (se afsnittet *Interview: Rektorer*).

Interviewene med rektorer fra stx og htx viser, at rektorerne ser bioteknologi A som en mulighed for at udbyde en biologisk orienteret studieretning, som er adgangsgivende til de fleste naturvidenskabelige videregående uddannelser. Samtidig betragter de bioteknologi A som et aktuelt fag med stor samfundsmæssig relevans, fordi faget bidrager med ny viden inden for natur- og sundhedsvidenskaberne og de tekniske videnskaber:

Jeg har selv været meget utilfreds i årevis med, at biologi ikke var adgangsgivende til videregående uddannelser, og det er bioteknologi [...] Og så tænkte jeg, altså, det er et nyt fag, og det giver adgang, og vi kunne måske på en lempelig måde føre vores kemilærere og biologilærere ind i bioteknologien, og så faktisk give vores elever nogle bedre forudsætninger for at gå videre på de videregående uddannelser. (rektor fra stx)

Der er forskel på, hvilken betydning rektorer fra stx og htx tillægger bioteknologi A. Rektorerne fra htx ser bioteknologi som et fag, hvis formål, indhold og metoder har en tydelig htx-profil. Desuden betragter de faget som en mulighed for at tiltrække flere elever, herunder flere piger og elever, som måske ville have valgt stx som denne rektor udtrykker det:

[...] men man kan sige, at hvis vi på htx overhovedet skal gøre os nogen som helst håb om at blive et valg, der kommer op på elevernes nethinde, så skal vi også have nogle af de fag, som [...] altså, nogle af de studieretninger inden for det naturvidenskabelige område, som stx udbyder, især fordi vi på htx jo er meget stærke inden for det område. (rektor fra htx)

Rektorerne fra stx ser bioteknologi A som én blandt mange studieretninger, der alt afhængig af skolens størrelse og udbud af studieretninger kan have en tendens til at tiltrække elever på bekostning af især biologi A.

Rektorerne oplever generelt, at lærerne har bakket op om beslutningen om at udbyde bioteknologi A. De fleste har givet ekstra ressourcer til efteruddannelse og samarbejde mellem lærerne til at få faget op at stå. Nogle rektorer ser fordele ved, at to lærere underviser i faget:

Her hos os har det fungeret rigtig godt. Der er rigtig god tradition for samarbejde mellem de forskellige lærerkræfter, de supplerer hinanden godt. (rektor, htx)

Andre rektorer foretrækker, at det er én lærer, der underviser i faget, fordi det har vist sig at være en stor udfordring at få den daglige koordinering til at fungere:

[...] Altså, der er meget god grund til at lærere arbejder sammen, og det kan være vældig inspirerende. Men jeg har en fornemmelse af her, at det kræver voldsomt meget koordination, og der er ikke tale om to forskellige fag, der kommer med hver deres faglige udgangspunkt, men der er tale om ét fag, som skal varetages af to med lidt forskellige kompetencer. Det er noget andet end almindeligt samarbejde. Så her er der tale om ét fag, som jeg ser det, og varetaget af to lærere, som både har forskelligt udgangspunkt og måske også forskelligt temperament. (rektor, stx)

Lærerkvalifikationer til at undervise i bioteknologi A

Denne delopgave besvarer evalueringsspørgsmålet *Hvordan har lærere oplevet deres egne kvalifikationer til at kunne undervise i bioteknologi A?* og bygger på spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere (*Spørgeskemaundersøgelse*) og interviews med lærere (se afsnittet *Interview: Lærere*).

Spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere i bioteknologi A viser, at størstedelen af lærerne fra både stx og htx er uddannet cand.scient. Langt størstedelen af stx-lærerne er uddannet cand.scient., mens htx-lærerne i højere grad end stx-lærerne har en anden uddannelsesbaggrund som for eksempel civilingeniør eller farmaceut.

Lærerne giver i interviewene udtryk for, at bioteknologi A giver dem mulighed for at udvikle egen faglighed, at sætte sig ind i et nyt fagområde, i nye og aktuelle problemstillinger og at bruge det i undervisningen:

Som underviser giver det mig mulighed for at sætte mig ind i nye ting og nye problemstillinger. Og det er jo også et fag, hvor man siger, at her skal vi følge med i, hvad der sker, fordi det jo er et område, der går så utrolig stærkt. Så der er det jo spændende at følge med i nyeste tidsskrifter og forskning, og så videre. Hvad er det, der sker på området. (lærer, htx)

Spørgeskemaundersøgelsen viser, at lærere fra både stx og htx følte sig generelt kvalificeret til at undervise i bioteknologi A, første gang de skulle undervise i faget, selv om der naturligvis forekommer variationer i lærernes vurdering af deres kvalifikationer. Analysen viser, at lærere, der udover bioteknologi A både underviser i biologi og kemi, følte sig signifikant bedre kvalificeret til at undervise i faget, end de lærere, der underviser i enten biologi eller kemi ($p < 0.05$).

Denne tendens underbygges også af interviewene med lærere (*Interview: Lærere*), der viser, at lærere, der enten underviser i biologi eller kemi, giver udtryk for, at der er områder inden for det andet fag, som de ikke føler sig hjemme i. Spørgeskemaundersøgelsen viser, at lærerne viser stor interesse for efteruddannelse i faget, både faglige kurser, som dels sigter mod at holde sig fagligt ajour inden for bioteknologifaget, og dels drejer sig om at udvikle faglige kompetencer inden for for eksempel matematik, statistik eller kemi. Desuden ønsker flere lærere praksisnære og fagdidaktiske kurser, gerne inden for det eksperimentelle område.

Implementering af undervisningen i bioteknologi A

Denne delopgave besvarer følgende evalueringsspørgsmål:

- *Hvordan har lærere implementeret undervisningen i bioteknologi A?*
- *På hvilke måder er der forskelle i måden hvorpå biologi- og kemilærere har implementeret undervisningen?*
- *Hvordan har lærere i praksis samarbejdet om undervisningen?*

I det følgende beskrives lærernes perspektiv på implementeringen af bioteknologi A, som det kommer til udtryk i spørgeskemaundersøgelsen blandt lærerne (*Spørgeskemaundersøgelse*) og i interviews med udvalgte lærere (*Interview: Lærere*).

Organisering af undervisningen i bioteknologi A Spørgeskemaundersøgelsen viser, at der ikke er nævneværdig forskel på stx og htx i forhold til om lærerne underviser alene i faget (37,8% af htx-lærerne angiver, at de underviser alene i faget, mens dette gælder for 24,6% af lærerne på stx). Der er heller ikke nævneværdig forskel på stx og htx i forhold til om lærerne underviser i både den biologiske og den kemiske del af bioteknologi (51,5% af lærerne på htx underviser i både den biologiske og den kemiske del af bioteknologi A, mens dette gælder for 35,6% af stx-lærerne).

Derimod er der signifikant forskel på, hvordan undervisningen på stx og htx er organiseret i forhold til om der er to lærere, der underviser hver for sig, men i samme forløb (51,5% af stx-lærerne angiver at være to lærere, der underviser i faget hver for sig, men i samme forløb, mens det samme gælder for 33,3% af htx-lærerne) ($p < 0.05$).

Lærernes uddybende kommentarer i spørgeskemaundersøgelsen peger på, at det kan være en udfordring, når to lærere skal samarbejde om undervisningen i bioteknologi A. Interviewene med

lærerne viser, at de lærere, der samarbejder med en kollega om undervisningen i bioteknologi A, er enige om, at samarbejdet betyder, at de bruger meget tid på at koordinere den daglige undervisning med deres kollega. Det kommer blandt andet til udtryk på denne måde:

Udfordringen er selvfølgelig helt klart, når vi er to lærere på et fag, og så at få det koordineret, og få det til at give mening for eleverne. Planlægningen er noget sværere, og der sker hele tiden tilretninger til i forhold til, hvor langt nåede man nu, og hvad synes den anden er vigtig. (lærer, htx)

Men der er stor forskel på, hvordan lærerne oplever samarbejdet. Mens flere giver udtryk for, at samarbejdet fungerer godt, mener andre, at samarbejdet ikke fungerer, og de ville i stedet foretrække at undervise alene i faget.

De der synes, at samarbejdet fungerer godt, lægger vægt på, at de to lærere supplerer hinanden godt, og at samarbejdet betyder, at de kan sparre med hinanden om undervisningen. De der ikke synes, at samarbejdet fungerer godt, giver udtryk for, at det er en stor udfordring at koordinere den daglige undervisning med kollegaen:

Det er jo fint nok at tænke det, men i praksis der er det bare ikke altid, at det fungerer, som man kan ønske, og hvor det i højere grad bliver sådan, så har vi noget biologi, så har vi noget kemi. (lærer, stx)

Forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologi A Spørgeskemaundersøgelsen peger på, at lærerne generelt vurderer, at biologi og kemi delene koordineres i bioteknologi A, mens lærerne i mindre grad mener, at de to fag integreres til et fælles bioteknologifag. De lærere, der underviser alene i faget, og de lærere, der underviser hver for sig, men i samme forløb, vurderer i signifikant højere grad, end lærere, der underviser hver for sig i forskellige forløb, at de to fag koordineres ($p < 0.05$). Desuden vurderer lærere, der underviser alene i faget i signifikant højere grad end lærere, der underviser hver for sig i forskellige forløb, at biologi og kemi opløses som selvstændige fag i et fælles bioteknologifag ($p < 0.05$).

Ligeledes vurderer lærere, der underviser lige meget i den biologiske og den kemiske del af bioteknologifaget, i signifikant højere grad end lærere, der underviser i enten den biologiske eller den kemiske del af faget, at de to fag koordineres ($p < 0.05$). Endelig vurderer lærere, der underviser lige meget i både den biologiske og den kemiske del af faget, i signifikant højere grad end lærere, der underviser i den kemiske del af faget, at biologi og kemi opløses som selvstændige fag i et fælles bioteknologifag ($p < 0.05$).

De kvalitative data i spørgeskemaundersøgelsen viser desuden, at lærerne generelt vurderer, at der er gode muligheder for faglig synergi mellem biologi og kemi i bioteknologi A. Men de giver også udtryk for, at bioteknologifaget støder også på udfordringer i forhold til at få de to fag til at spille sammen og blive integreret i et samlet bioteknologifag. Denne tendens understøttes af interviewene med lærerne, der giver udtryk for, at biologi og kemi i høj grad kobles i bioteknologi A. Nogle vurderer, at bioteknologi A giver gode muligheder for faglig synergi mellem biologi og kemi, som denne lærer, der underviser i faget alene:

Jeg er rigtig glad for at undervise i det, og jeg synes, at det giver en rigtig god sammenhæng mellem det biologiske og det mere kemiske. Man kan forklare tingene betydelig bedre, end man for eksempel kan i biologien, når man skal have den kemiske del ind over. Og jeg synes, at det virker som om eleverne forstår det lidt bedre. (lærer, htx)

Andre mener, at det kan være en udfordring for faget at blive et samlet bioteknologifag, og det er især tolererordningen, der viser sig at være en udfordring for et samlet bioteknologifag.

Undervisningen i bioteknologi A Undervisningen i bioteknologi A er generelt kendetegnet ved, at undervisningen i høj grad er tematisk, forbundet til virkeligheden og karakteriseret ved

fælles faglige diskussioner. Desuden er undervisningen kendetegnet ved, at undervisningen er en vekselvirkning mellem fælles gennemgang og selvstændigt arbejde, og at eleverne løser opgaver alene eller sammen med andre. Undervisningen er ikke i nær så høj grad kendetegnet ved, at læreren laver demonstrationsforsøg, eller at eleverne arbejder med emner de selv har valgt.

Der er forskel på, hvordan lærerne tilrettelægger undervisningen afhængigt af hvilke dele af bioteknologifaget, de underviser i, og hvilke fag de underviser i udover bioteknologi A. Lærere, der underviser i den kemiske del af bioteknologi A, og lærere, der udover bioteknologi A underviser i den kemiske del af bioteknologi A, angiver i signifikant højere grad end lærere, der underviser i den biologiske del og lærere, der udover bioteknologi A underviser i den biologiske del, at de anvender demonstrationsforsøg ($p < 0.05$).

De lærere, der underviser i den biologiske del samt lærere, der udover bioteknologi A underviser i biologi, rapporterer i signifikant højere grad end de lærere, der underviser i den kemiske del, og de lærere, der udover bioteknologi A underviser i kemi, at

1. eleverne skal løse opgaver på nettet,
2. deres elever arbejder i grupper, med emner, de selv har valgt,
3. undervisningen er problemorienteret og
4. at undervisningen er tematisk opbygget.

Desuden viser det sig, at de lærere, der udelukkende underviser i den kemiske del af bioteknologi rapporterede i signifikant højere grad end de lærere, der udelukkende underviser i den biologiske del af bioteknologi, at de anvender demonstrationsforsøg i undervisningen. Desuden angiver lærere, der udover bioteknologi underviser i biologi, i signifikant højere grad end lærere, der udover bioteknologi A underviser i kemi, at eleverne skal gøre brug af viden fra forskellige fag til at løse en opgave ($p < 0.05$).

Undersøgelsen peger desuden på, at lærerne vurderer, at deres undervisning i bioteknologi A i nogen grad adskiller sig fra deres undervisning i biologi og kemi, selv om der naturligvis forekommer variationer i lærernes vurdering. Lærernes uddybende kommentarer peger på, at undervisningen i bioteknologi A adskiller sig fra undervisningen i biologi og kemi ved at være mere anvendelsesorienteret, tematisk og eksperimentel. Desuden peger lærerne på, at bioteknologi A adskiller sig fra biologi og kemi ved i høj grad at give mulighed for faglig synergi mellem biologi og kemi. Denne beskrivelse af undervisningen i bioteknologi A understøttes af interviewene med lærerne, hvor det anvendelsesorienterede aspekt, fokus på metoder og teknikker og koblingen mellem biologi og kemi er fremtrædende i lærernes beskrivelse af, hvad der kendetegner bioteknologi A som fag:

Jamen, det er nok den der kobling mellem biologi og kemi, og så den der anvendelse. Altså, hvad er det man kan bruge det til? Selvfølgelig gør biologi og kemi også det hver for sig, men altså [...]det er den der, at det hænger sammen og det dér teknologiske, det er der lidt mere af i bioteknologien. At man prøver at kigge lidt mere på de dér teknikker, der er inden for bioteknologien. (lærer, stx)

De uddybende kommentarer i spørgeskemaundersøgelsen og interviewene med lærerne peger også på, at bioteknologi A er et stort fag, og at mangel på tid er en gennemgående udfordring. En af de interviewede lærere udtrykker det på denne måde:

Jamen, det er nok meget i forhold til, om jeg kan undgå, at de skøjter på overfladen af pensummet, fordi de hele tiden skal lave koblinger imellem det biologifaglige og det kemifaglige, og om jeg så samtidig kan sørge for, at de kommer ned i dybden. Det bruger jeg meget tid på hos dem, i forhold til klasser, der har biologi eller kemi. (lærer, stx)

Samtidig peger flere lærere i interviewene på, at det er en udfordring i bioteknologi A både at arbejde anvendelsesorienteret og at sikre elevernes grundlæggende kompetencer:

[...]med al tematisk undervisning, som biotek er i høj grad, så er man egentlig lynhurtigt i gang med at anvende sin viden på et fagligt område. [...] [Det er en udfordring] at vores elever skal anvende, før de egentlig har viden, det er jo sådan lidt en omvendt tankegang [...]. Jeg ville jo læse først og så anvende. Men her er de næsten i gang med at anvende på side 2. (lærer, stx)

I den kemiske del af bioteknologi A er det især en udfordring at sikre, at eleverne tilegner sig tilstrækkelige kompetencer i den grundlæggende kemi:

Altså, på den ene side, så skal man have anvendt kemien, men de skal jo også lære noget grundlæggende kemi, fordi de går ud fra at skulle være på samme niveau som niveau-B eleverne, så på den måde giver det nogle udfordringer som lærer, jamen, vi skal også have lært noget grundlæggende kemi. (lærer, htx)

Inden for den biologiske del af faget kan det være svært at nå i dybden med de faglige problemstillinger:

Altså, biologi, der tager du jo og giver eleverne en bred viden inden for de her områder, fysiologi, genetik, sygdomme, immunforsvar, og så videre, ikke? Så med den måde biologi er bygget op på, der får du altså mulighed – hvis du kan køre det både på B og A-niveau, virkelig at komme dybt ind i biologien, og give dem et rigtig godt overblik og forståelse og mulighed for at diskutere biologiske ting og artikler og sådan nogle ting, så der er mere plads i kernestoffet til at komme i dybden med mange ting, fordi der ikke er så mange forskellige emner som i bioteknologi. (lærer, htx)

Realisering af bioteknologi A

Analysen af realiseringen af bioteknologi A viser:

- At bioteknologi A ifølge lærere og censorer er et stort fag, der i sammenligning med biologi og kemi på nogle områder giver eleverne mindre dybdegående viden om biologi og en mindre systematisk indføring i kemi.
- At eksamenssættene ifølge lærere og censorer er opdelt i en biologi- og en kemidel, og at eksamenssættene ikke tilstrækkeligt understøtter fagets anvendelsesaspekt.
- At det anvendelses- og problemorienterede fokus ser ud til at uddanne elever, der er i stand til at sætte biologisk og kemisk viden i spil i tværfaglige og komplekse sammenhænge.

I det følgende beskriver vi censorer og læreres vurdering af realiseringen af bioteknologi A.

Censorernes vurdering af fagligheden

Denne delopgave besvarer følgende evalueringsspørgsmål på baggrund af interviews med udvalgte censorer (se afsnittet *Interview: Censorer*):

- *På hvilke måder har censorer oplevet, at bioteknologi A adskiller sig fra henholdsvis biologi og kemi?*
- *Hvordan vurderer censorer de nuværende eksamensformer (skriftlig, mundtlig eksamen, studieretningsprojekt og almen studieforberedelse) for bioteknologi A?*

- *Hvordan vurderer censorer den faglige kvalitet i forbindelse med bioteknologi eksaminer sammenlignet med den faglige kvalitet i henholdsvis biologi og kemi?*

Interviewene med censorerne viser, at censorer fra både stx og htx vurderer, at eleverne i bioteknologi A generelt bliver gode til at anvende deres viden, at se sammenhænge og gennemskue bioteknologiske problemstillinger:

Jeg synes, at dem, der klarer sig godt, de er rigtig dygtige til det der med at anvende deres viden og kunne gennemskue problemstillinger og eksperimenter, som de ikke nødvendigvis selv har lavet i undervisningen, og det er jo i høj grad det man gør i det her fag. (censor, htx)

Sammenlignet med biologi og kemi opnår eleverne ikke en lige så detaljeret viden som i de to fag, men til gengæld bliver eleverne gode til at kombinere fagene:

[...]De mangler jo nogle detaljer fra begge fag, men til gengæld kan de så bruge tingene i sammenhæng, og på nogle områder, for eksempel enzymer, der er de jo fuldt ud på niveau med biologi. Selvfølgelig er der nogle detaljer, som ikke er helt så grundige som i ren biologi eller ren kemi. Men til gengæld, så det at bruge det sammen, det synes jeg faktisk fremgår, at de kan. (censor, htx)

Censorerne fra både stx og htx oplevede til at starte med, at elevernes faglige niveau inden for den grundlæggende kemi ikke var højt nok, men at det er blevet bedre. Tilsvarende har nogle af censorerne oplevet, at den mere diskuterende tilgang til problemløsning, som kendetegner biologien, har været – og i nogle tilfælde stadig er – en udfordring for mange elever.

Censorerne fra både stx og htx vurderer, at udfordringen ved den skriftlige eksamen i bioteknologi A er den store mængde stof, som kendetegner faget. Der kan være en tendens til, at den skriftlige eksamen begrænser sig til en test af kernestoffet, og ikke af den mere anvendelsesorienterede og eksperimenterende del af faget:

[...]altså, den kan jo godt nå rundt om, men det bliver jo sådan det inderste af kernen, hvis man kigger på målene. Altså, det er svært at teste andet end målene for eksempel. Kernestoffet går det nogenlunde med, men de mål, der er sat op omkring at udføre eksperimenter [...]dem kan man jo ikke teste, synes jeg. (censor, htx)

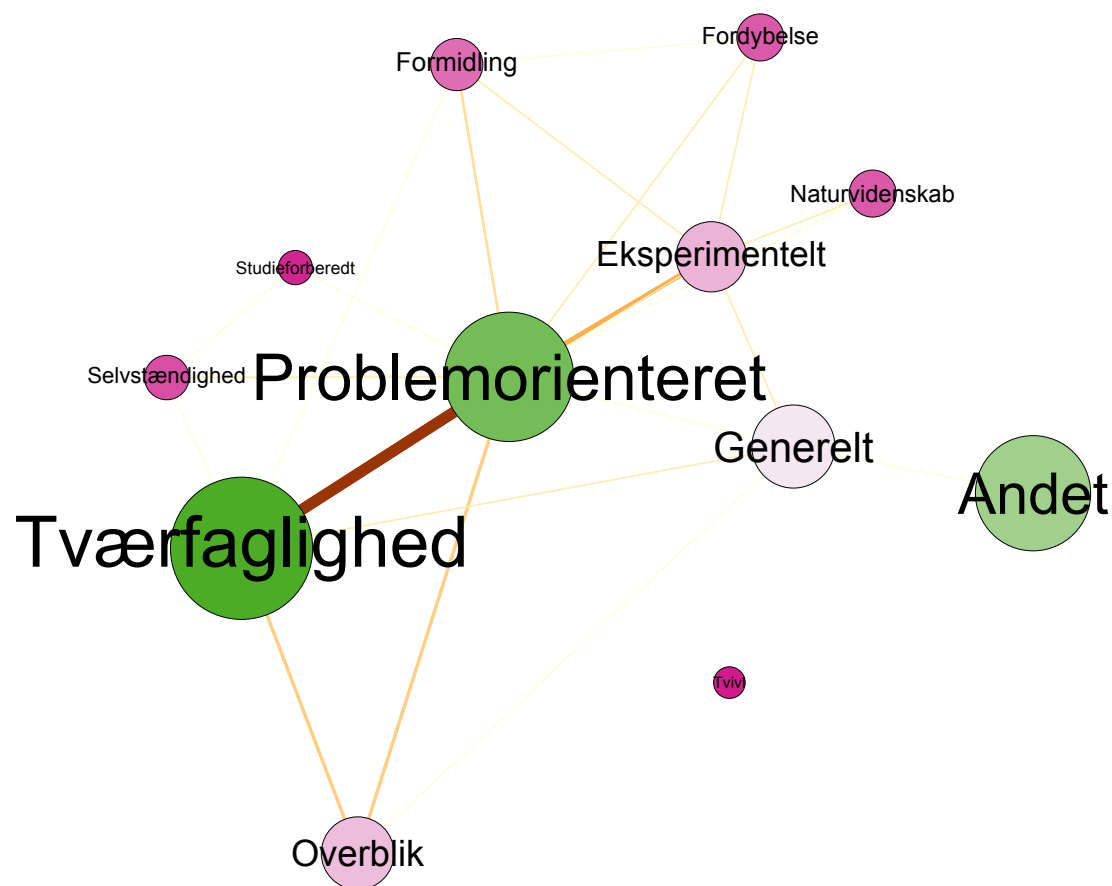
Censorerne vurderer, at den mundtlige eksamen ikke egner sig særlig godt til at måle elevernes kompetencer, og foreslår, at eksamen i stedet tilrettelægges som en 24 timers case-baseret eksamen, der i højere grad giver eleverne mulighed for at fordybe sig i fagets komplekse problemstillinger:

[...]Det ville det egne sig meget bedre til, fordi man netop med artikler i et fag som bioteknologi kunne bruge en eller anden case, hvor anvendelsesperspektivet i faget kommer i spil, fordi det der med en halv times forberedelse og en halv times eksamination det egner sig bedre til et fag, sådan hvor det er meget faktuel, almen viden, man skal kunne forklare. Det ville stille eleverne bedre [...](censor, stx)

Både censorer på stx og htx vurderer, at studieretningsprojekter i bioteknologi A giver eleverne gode muligheder for at arbejde i dybden med faget. Der er dog risiko for, at studieretningsprojektet bliver for overfladisk, fordi faget skal kombineres med et andet fag og samtidig både rummer biologi og kemi. Censorerne fra stx vurderer, at bioteknologi A fungerer godt i Almen Studieforbereelse, fordi det med sin brede naturvidenskabelige tilgang er velegnet til at sammenligne metoder inden for humaniora og samfundsfag.

Lærernes vurdering af udbyttet af undervisningen

Denne delopgave besvarer følgende spørgsmål baseret på lærernes vurderinger i spørgeskemaundersøgelsen:



Figur 4: Netværk der illustrerer lærernes vurdering af, hvad eleverne generelt bliver gode til i bioteknologi A (se afsnittet Spørgeskemaundersøgelse).

1. På hvilke måder har lærere oplevet, at bioteknologi A adskiller sig fra henholdsvis biologi og kemi?
2. Hvordan vurderer lærere det kompetencemæssige udbytte i undervisningen sammenlignet med det kompetencemæssige udbytte i henholdsvis biologi og kemi?

Spørgeskemaundersøgelsen viser, at det er lærernes vurdering, at eleverne generelt bliver gode til at arbejde tværfagligt, eksperimentelt og problemorienteret (se figur 4).

De peger på, at de særligt dygtige elever herudover bliver dygtige til at danne sig et overblik over problemstillinger og at fordybe sig og at formidle det, de lærer. I sammenligningen af elevernes udbytte i bioteknologi A med biologi og kemi vurderer lærere, at eleverne i bioteknologi generelt er fagligt stærke. Nogle lærere giver i sammenligningen med biologi og kemi udtryk for, at eleverne ikke bliver lige så fagligt stærke som i de to fag hver for sig.

DISKUSSION

Diskussion

Inden for fagdidaktikken er det veletableret, at undervisningens mål, implementering og eksamen skal hænge sammen - i feltet kaldes det *constructive alignment* (Biggs and Tang, 2007). Eksamen bør evaluere de kompetencer, som er beskrevet i målbeskrivelsen, og undervisningen skal udvikle disse kompetencer. Omvendt kan det være nødvendigt at ændre i målbeskrivelsen så det bliver muligt at evaluere og udvikle kompetencerne. Endelig foregår undervisningen ikke i et vakuum - andre niveauer i samfundet har indflydelse på både mål, undervisning og evaluering (Artigue and Winsløw, 2010).

I dette afsnit diskuterer vi vores undersøgelse i lyset af den nødvendige sammenhæng mellem mål, implementering og eksamen samtidig med at vi holder samfundsmæssige aspekter for øje. Vores undersøgelse er naturligvis begrænset, og vi inddrager disse begrænsninger i diskussionen. Endelig foreslår vi undersøgelser, der i fremtiden vil kunne afdække intentioner, implementering og realisering af både bioteknologi A og andre naturvidenskabelige fag på de gymnasiale uddannelser.

Det intenderede niveau: Begrundelsesdiskussioner

Det har vist sig at være svært at afdække de politiske intentioner bag udviklingen af bioteknologi A som gymnasialt fag. Det er til gengæld tydeligt at bioteknologi A er tænkt som og opfattes som et selvstændigt fag. Det er et fag som ikke har skabt nye naturvidenskabelige studenter, men snarere har redistribueret eksisterende interesser (Jensen, 2013).

Det vil sige, at bioteknologi A kan ses som en ny måde at gøre kemi og biologi sammen - en måde der har udgangspunkt i løsning af problemer på grænsen mellem det cellulære og det molekylære. Det kan betyde, at elever med en mere anvendelsesorienteret tilgang (i kontrast til elever der er fascineret af faget i sig selv) kan have nemmere ved at identificere sig med et naturvidenskabeligt fag. Hvis det er sandt kan det give anledning til at elever der tager disse fag og har denne tilgang kan se mere mening med dette fag end med de traditionelle fag. Det kunne muligvis også medføre at flere studerende der har taget bioteknologi A søger optag på relevante uddannelser på universiteterne. Hvis universiteterne også er i stand til at modtage disse studerende på de anvendelsesorienterede præmisser, kunne det også tænkes at have indflydelse på frafald.

Dette relaterer sig til et andet af fagdidaktikkens mest grundlæggende diskussioner, nemlig begrundelsesdiskussionen (w, 2006). Kernen i denne diskussion er at begrunde hvorfor et fag er relevant i en uddannelse - i dette tilfælde hvorfor bioteknologi A er relevant for stx og htx. Ofte opdeles begrundelser i dannelsesrelaterede og nytterrelaterede samt personrelaterede og kollektivt relaterede. Det vil sige at en begrundelse kan være relateret til for eksempel kollektiv nytte. Et eksempel på et spørgsmål der retter sig mod den kollektive nytte er, om bioteknologi A er et vigtigt fag at have på stx og htx ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv? Svaret vil afhænge af i hvilken grad bioteknologi A elever kan bidrage til for eksempel produktivitet og innovation inden for områder man finder ønskværdige. Vi kan med vores evaluering ikke give svar på, i hvor høj grad dette perspektiv har givet anledning til oprettelsen af bioteknologi A som forsøgsfag. Det er også et spørgsmål hvis besvarelse kræver dataindsamling på en længere tidsskala.

Begrundelsesdiskussionen indeholder som nævnt flere aspekter. Gymnasiet har også et almindende formål, og selvom gymnasieelever ikke skulle vælge at studere bioteknologi eller andre relaterede uddannelser efter gymnasiet, kan et fag som bioteknologi A stadig være relevant. Det adskiller sig nemlig fra traditionelle fag ved at være tværfagligt og problemorienteret. Flere og flere nutidige forskningssamarbejder er tværfaglige og fokuserer på problemer (Porter and Rafols, 2009), hvilket også bevidnes af fremkomsten af nye forskningscentre med tværfaglige foki. Som borgere der er aktive i et demokratisk samfund, og som fremtidige medarbejdere kan det være en fordel at besidde og udvikle tværfaglige naturvidenskabelige kompetencer. Det

vil nemlig give den enkelte mulighed for at forstå, tage stilling til og handle i forhold til de komplekse problemstillinger som vores samfund til stadighed stilles overfor.

Selvom det ikke har været muligt i denne evaluering at afdække de politiske intentioner bag oprettelsen af faget bioteknologi A, kan det være nyttigt at afdække begrundelserne for om faget videreføres eller ej. Det ville nemlig tydeliggøre overfor gymnasielever og vejledere, hvad der fra politisk hold lægges vægt på i forhold til kommende universitetsstuderendes valg.

Det implementerede niveau: Problemorientering versus systematisk indføring

Nærværende evaluering tyder på at der er en sammenhæng mellem målsætninger og eksamen (de intenderede/realiserede niveauer) og lærernes implementering. Lærerne giver for eksempel udtryk for at deres undervisning er mere problemorienteret og tematisk end emnebaseret. Det tyder endvidere på, at anvendelsesorienteringen retter sig mod de bioteknologiske metoder og teknikker.

Målsætninger og eksamen er i sidste ende blot rammer for undervisningen, mens eleverne lærer det de skal lære i forbindelse med undervisningen. Derfor vil det være oplagt at undersøge i mere detalje, hvordan undervisningen i bioteknologi A foregår. Vores interviews og spørgeskemaundersøgelse peger på at der er fokus på anvendelse hos mange lærere, men også at lærerne ser tematisk undervisning og problemorientering som sameksisterende størrelser. Problemer er indeholdt i temaer som kræver kompetencer fra forskellige fag (biologi, kemi og til dels matematik). Samtidig forventes det at der i den tematisk opbyggede undervisning er en såkaldt systematisk indføring i det faglige stof. Al den stund en systematisk indføring i stoffet kan opfattes som en deduktiv undervisningsform, hvor generelle teorier og modeller præsenteres før de konkretiseres, står det i modsætning til problemorientering, som er induktiv (Prince and Felder, 2006). I problemorienteret undervisning inddrages relevant viden i det omfang det er nødvendigt, og der lægges ikke vægt på at have en bred passiv bank af viden man kan trække på. Snarere ville man lægge vægt på evnen til at finde og anvende viden.

Nyere forskning peger på at det at inkludere induktive metoder i undervisningen fremmer læring (Freeman et al., 2014) i samtlige naturfag på universitetsniveau. Specifikt peger et stort metastudie fra 2010 på, at elever især drager fordel ved induktive metoder, når de arbejder selvstændigt og meningsfuldt med data og drager konklusioner fra data (Minner et al., 2010). På den anden side er vi ikke stødt på forskning der belyser forholdet mellem induktiv og deduktive undervisningsformer hverken i danske gymnasier eller internationalt. Derfor vil det i fremtiden være relevant at undersøge hvordan undervisningen i bioteknologi A foregår ved at foretage og analysere faktiske undervisningssituationer. Det vil måske også kunne bruges til at belyse effekten af efteruddannelsestilbud. Der kan være en variation i lærernes efteruddannelse, som kan have indflydelse på den måde de underviser i bioteknologi A, og den variation har vi ikke sigtet efter at belyse.

En anden og måske mere frugtbar vej ville være at tænke efteruddannelse af lærere ind i videre forskning i bioteknologi A og andre tilsvarende tværfaglige fag. Dette ville imødekomme lærernes ønske om efteruddannelse og kunne samtidig give det fornødne indblik i hvad der foregår i undervisningen. Helt konkret kan der hentes inspiration fra de japanske lektionsstudier, hvor lærere i fællesskab bruger til på fagdidaktisk at designe, implementere og analysere undervisningssessioner (Elipane, 2012). Lektionsstudier kræver samarbejde mellem lærere, og evalueringen påpeger at sådant samarbejde kræver ressourcer i form af mere tid til lærernes samarbejde.

Det realiserede niveau: Eksamen og sammenhæng

Det er iøjnefaldende at selvom eksamenssættene i bioteknologi A i højere grad end biologi A og kemi A tester anvendelseskompetencer, så finder både denne evaluerings analyse, lærere og

censorer, at disse kompetencer ikke evalueres i høj nok grad. Blandt lærere og censorer er der forslag om en 24-timers eksamen, og det ville give flere muligheder for at evaluere elevernes kompetencer - især hvis en del af den foregik som en del af et laboratorieforløb.

En anden eksamensform kunne have et portfolioformat (Jensen, 2006), hvor eleverne evalueres formativt løbende og summativt i forbindelse med årskarakterer og eksamen. I løbet af året giver læreren formativ feedback på elevernes arbejde uden at give karakterer for det enkelte arbejde. Karakterer viser sig nemlig at være ødelæggende for den læring feedback kan afstedkomme (Deci et al., 1999). Det er nu elevernes ansvar ud fra lærerens feedback at ændre i deres produkter forud for en eksamen, således at censor og lærer kan vurdere elevens arbejde med stoffet. Selve eksamenen tager udgangspunkt i et af elevens egne produkter, og kan tænkes at indeholde både individuelle skriftlige og mundtlige evalueringer. Fokus for en sådan eksamen kunne i tråd med bioteknologi A's mål gå i retning af at anvende viden til at løse konkrete bioteknologiske problemer.

Evalueringen tyder nemlig på at eleverne bliver problemløsere snarere end lærde, idet de får en mere anvendelsesorienteret og knap så faglig dyb viden. Det stiller krav til den måde universiteterne bedriver undervisning. Hvis universitetsundervisere forventer at nye studerende kan den samme mængde biologi eller kemi som de traditionelt uddannede elever, vil det sandsynligvis skabe problemer fordi eleverne ikke vil opleve sammenhæng mellem det de kan og det der kræves. Det er derfor vigtigt at universiteter og gymnasier er i dialog om hvad eleverne kan og hvad de forventes at kunne, og det kan her være en fordel at inddrage interessenter fra industrien. Problemet er at skabe en sammenhæng for eleverne der også resulterer i et tilfredsstillende læringsudbytte for alle parter. Det er ikke et nemt problem at løse, fordi universiteterne også skal kunne rumme studerende med traditionelle baggrunde og fordi det endnu ikke vides med sikkerhed hvad eleverne rent faktisk tager med fra undervisningen i bioteknologi A i gymnasiet.

Man kunne bygge videre på resultaterne fra denne evaluering ved at lave en mere dybdegående evaluering af elevernes udbytte. Man kunne eksempelvis:

- Analyse af indleverede rapporter. Dette vil kræve avancerede teknikker der blander kvalitative og kvantitative tilgange. En mulighed er at træne et stykke software til at lede efter ønskede mønstre ved brug af såkaldt maskinlæring (Nehm et al., 2012).
- Analyse af elevbesvarelser til eksamen. Dette er muligvis også muligt ved hjælp af maskinlæringsteknikker, men kan også gøres som en del af det censorarbejde der allerede laves.
- Undersøgelser af hvordan studerende med en bioteknologibaggrund fra gymnasiet klarer første år på universitetet. Dette kunne involvere både statistisk baseret data, analyse af deres rapporter og eksamener på første år og kvalitative undersøgelser af studerendes oplevelse af overgangen (Holmegaard et al., 2014).

Disse forslag er alle ret generelle og kan tænkes anvendt i alle naturvidenskabelige fag.

LÆREPLANSANALYSE

Læreplansanalyse

Sammenfatning

Læreplanerne har fungeret som en af de primære kilder til undersøgelsen af intentionerne med bioteknologi A. Læreplanerne for biologi, kemi og bioteknologi er analyseret kvalitativt ud fra hvordan de fagene positionerer sig og kvantitativt ud fra en lingvistisk netværksanalyse af de faglige mål. De faglige mål for stx/htx biologi, kemi og bioteknologi er selvsagt meget forskellige indholdsmæssigt. Det er tydeligt, at bioteknologi har *bredere* faglige mål end de andre fag. I læreplanerne tales der endvidere på forskellige måder om fagenes *anvendelsesorientering*. Hvor stx biologi (og på sin vis også htx biologi) følger den mere traditionelle tanke om kritisk medborgerskab (det vil sige tanken om at man med biologifaglig dannelse har et fundament hvorudfra man kan træffe beslutninger om samfundet), gennemsyres bioteknologi og stx kemis identitetsbeskrivelser derimod af, at fagene tænkes som mere konkrete redskaber (måske endda redskabsfag). Frem for alt lægges vægt på, at der i bioteknologi er tale om anvendelsen af bioteknologiske *metoder*.

Indledning

Opgaven relaterer det intenderede niveau. Derfor handler analysen primært om afsnittene *Identitet og Faglige mål og indhold* i læreplaner for bioteknologi A, biologi A og B, samt kemi A og B. De andre afsnit i læreplanerne, om arbejdsformer og evaluering handler om implementering og realisering som vi undersøgte på andre måder.

Analysemetoder

Analysen havde en kvalitativ og en kvantitativ del. Den kvalitative søgte efter temaer i teksternes formuleringer og argumenter i de to afsnit. De fremkomne temaer (den forståelse faget sigter mod, stillingtagen, fagets åbning, italesættelse af anvendelse, italesættelse af fagligt indhold, grad af almindendannelse og fagets studieforberedende mål) blev udfoldet i tekst og opsummeret i en tabel. Den kvantitative del af analysen foregår i 6 trin som resulterer i et hvad vi kalder kompetencenetværk (Bruun and Nielsen, 2013):

1. Kompetencemålenes sætninger deles op i sætninger som rummer et udsagn. Det betyder at en sætning som "Eleven skal kunne anvende X, Y og Z" bliver til "Eleven skal kunne anvende X", "Eleven skal kunne anvende Y" og "Eleven skal kunne anvende Z".
2. Hyppige ord fjernes, for eksempel "skal", "anden" og "at ". De samme ord fjernes i alle tekster. I ovenstående eksempel giver det fraserne: "Eleven anvende X", "Eleven anvende Y", "Eleven anvende Z".
3. Der etableres nu et netværk hvor der er en forbindelse fra et ord til et andet hvis det første ord står lige før det andet ord i en frase. Jo flere gange to ord står ved siden af hinanden på denne måde i teksten, desto stærkere bliver forbindelsen. I det ovenstående eksempel er der en forbindelse fra Eleven til anvendelse med styrken 3. Fra anvendelse går der tre forbindelser ud til henholdsvis X, Y og Z, hver med styrken 1.
4. Ord som anvendelse og anvende reduceres også til et ord i netværket: anvend. En lignende reduktion sker med ordene bioteknologi og bioteknologiske (og kemi/kemiske, biologi/biologiske).
5. Netværket visualiseres i netværksbehandlingssoftware (for eksempel Gephi, <http://www.gephi.org>) og man kan se strukturelle forskelle mellem fagene.

	stx		htx		stx/htx
	Biologi	Kemi	Biologi	Kemi	Bioteknologi
Hvilken forståelse er det primære sigte med faget (og hvordan opstår denne forståelse)?	Empirisk arbejde $\Rightarrow$ Forståelse af <i>mennesket som biologisk organisme i samfundet</i>	Kemisk forskning $\Rightarrow$ Forståelse af <i>andre fagområder</i>	Empirisk arbejde og fagsamspil $\Rightarrow$ Forståelse af <i>mennesket i naturen/biologiske sammenhænge</i>	N/A	Metodeanvendelse $\Rightarrow$ Forståelse af <i>mennesket i samfundet</i>
Hvilken type stillingtagen sigter faget på?	Stillingstagen om <i>aktuelle samfundsforhold med biologisk indhold</i>	N/A	Stillingstagen om <i>aktuelle samfundsforhold med biologisk indhold</i>	N/A	Stillingstagen om <i>bioteknologiske emner</i>
På hvilken måde åbner faget sig?	Åbning mod <i>samfundet</i>	Åbning mod <i>fagområder</i> uden for faget	Åbning mod <i>fagområder</i> uden for faget	Åbning mod <i>naturvidenskabelige og tekniske fag</i>	Åbning mod <i>fagområder</i> uden for faget
Hvordan italesættes de faglige mål og kerne stof?	Instrument for <i>kritisk medborger-skab</i> samt i mindre grad for fagteknisk anvendelse	Instrument for <i>forbedring af menneskets tilværelse</i> og for teknologisk og økonomisk udvikling	Instrument for <i>kritisk medborger-skab</i> og for fagteknisk anvendelse	Instrument for <i>teknologisk dannelse</i> og for forbedring af menneskets tilværelse	Instrument for <i>forbedring af menneskets tilværelse</i>
Hvordan italesættes de faglige mål og kerne stof	Fokus på <i>fagligt indhold</i> og i høj grad på generel <i>Nature of Science</i> og <i>proceskompetencer</i> i kernestoffet	Fokus på <i>fagligt indhold</i> og i nogen grad <i>proceskompetencer</i> i kernestoffet	Fokus på <i>fagligt indhold</i> og i høj grad på generel <i>Nature of Science</i> og <i>proceskompetencer</i> i kernestoffet	Fokus på tværfaglighed, fagligt indhold og i nogen grad <i>proceskompetencer</i> i kernestoffet	Fokus på <i>fagligt indhold</i> og i nogen grad <i>proceskompetencer</i> i kernestoffet
I hvor høj grad har faget almindelige mål?	I meget høj grad	I nogen grad	I meget høj grad	I nogen grad	I nogen grad
Hvor detaljerede er beskrivelsen af fagets studieforberedende mål?	Specifikke studiekompetencebeskrivelser	Generiske studiekompetencebeskrivelser	Specifikke studiekompetencebeskrivelser	Generiske studiekompetencebeskrivelser	Generiske studiekompetencebeskrivelser

Tabel 2: Skematisk oversigt over resultaterne af analysen af lærerplanerne

6. Vi har anvendt forskellige algoritmer til at finde centrale ord og grupperinger af ord der giver information om forskelle i teksternes struktur. For eksempel viser PageRank⁸ algoritmen at ordet *anvend* er centralt i bioteknologi men har en mere ydmyg rolle i de andre fag. Anvend grupperes også anderledes i bioteknologi A læreplanen end i de andre læreplaners kompetencemål.

Analyse

Netværksanalyse

Netværkene bruges til at visualisere sammenhænge i læreplanerne i fagene biologi, kemi og bioteknologi. Det er klart at denne matematiske repræsentation af sprog kræver omhyggelig tolkning og skal støttes af en kvalitativ analyse af teksterne. Man kan dog se nogle fremtrædende forskelle mellem læreplanerne, som vi kan pointere her. Disse forskelle danner udgangspunkt for den kvalitative analyse.

Læreplanen for bioteknologi A (figur 5) har et andet fokus på anvendelse end stx læreplanerne for kemi A stx (figur 8) og htx (figur 9) og biologi A stx (figur 6) og B htx (figur 7). Det kommer til udtryk i de lingvistiske netværk ved at ordet *anvend* har en højere vigtighed relativt til andre ord i netværket i bioteknologi A end ordet *anvend* har i de andre netværk. Kun i biologi B htx læreplanen har *anvend* en sammenlignelig PageRank.

Man kan også blive opmærksom på at *anvendelse* har et andet fokus i bioteknologilæreplanen ved at notere at *anvend* lander i en gruppe der er separat fra ordet med højest PageRank. Ordet med højest PageRank er i bioteknologi, kemi og biologi i de respektive kompetencenetværk. I kemi og biologi kompetencenetværkene grupperes *anvend* med henholdsvis kemi(-ske) og biologi(-ske), mens det optræder som vigtigste ord i sin egen gruppe i bioteknologiplanen.

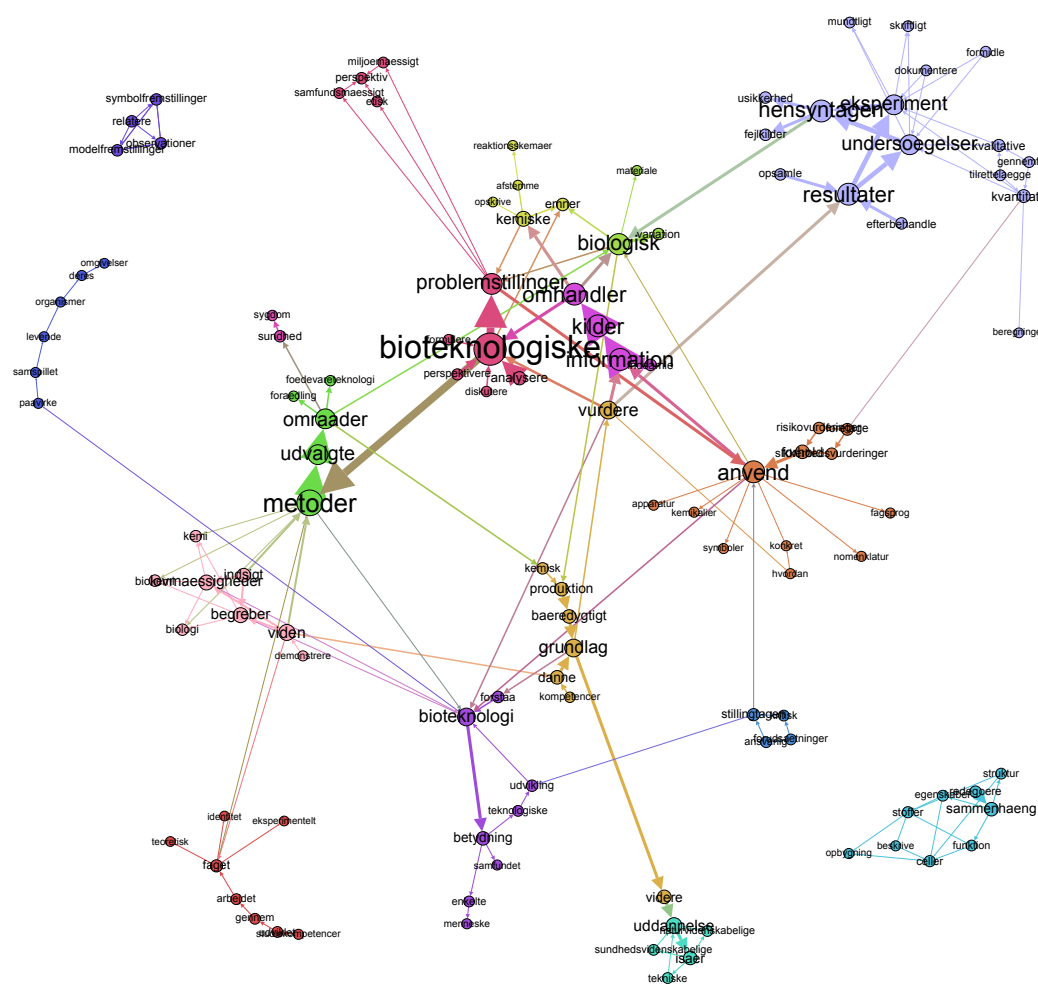
Man ser også at bioteknologi A har dele fra de andre fag: For eksempel en gruppe der repræsenterer det eksperimentelle fokus, en gruppe der repræsenterer fokus på videregående uddannelse, og grupper der repræsenterer fagligt fokus på både celler og stoffer.

Identitet

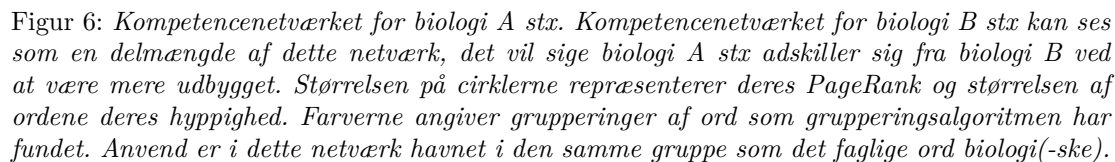
Forståelse/Positionering af faget En del af stx biologis identitetsbeskrivelse angår forståelsen af mennesket ”som biologisk organisme og som samfundsborger”. En lignende passus findes i identitetsbeskrivelsen for htx biologi, der sigter på at bidrage til ”forståelsen af os selv og naturen omkring os”. Alligevel er det dog klart at hvor den forståelse, som stx biologi skal lede frem til angår ”betydningen af menneskets aktivitet”, angår den forståelse som htx biologi skal lede frem til noget bredere – nemlig ”biologiske sammenhænge”. Bioteknologi og stx kemis identitetsbeskrivelser er på dette punkt mere snævre. I bioteknologi er det ”[a]nvendelse af bioteknologiske metoder” der ”bidrager til forståelse af mennesket som biologisk organisme i det moderne samfund”; og i stx kemi er det ”[k]emisk forskning” der spiller ”en afgørende rolle for det enkelte menneskes tilværelse og samfundets teknologiske og økonomiske udvikling”. Htx kemi positioneres mærkbart anderledes end nogen af de andre fag. Htx kemis identitetsbeskrivelse angiver ikke en målsætning om en bestemt forståelse, der skal opfostres, og vigtigheden af det kemifaglige ligger implicit (for eksempel: ”I faget arbejdes teoretisk og praktisk med problemstillinger i relation til væsentlige områder såsom teknologi, medicin, sundhed, miljø og materialeudvikling, herunder analysemetoder til kontrol og produktionsstyring”). Den primære positionering af htx kemi er som et fag, der har ”nære relationer til de øvrige naturvidenskabelige og tekniske fag og er centralt for den teknologiske dannelse”.

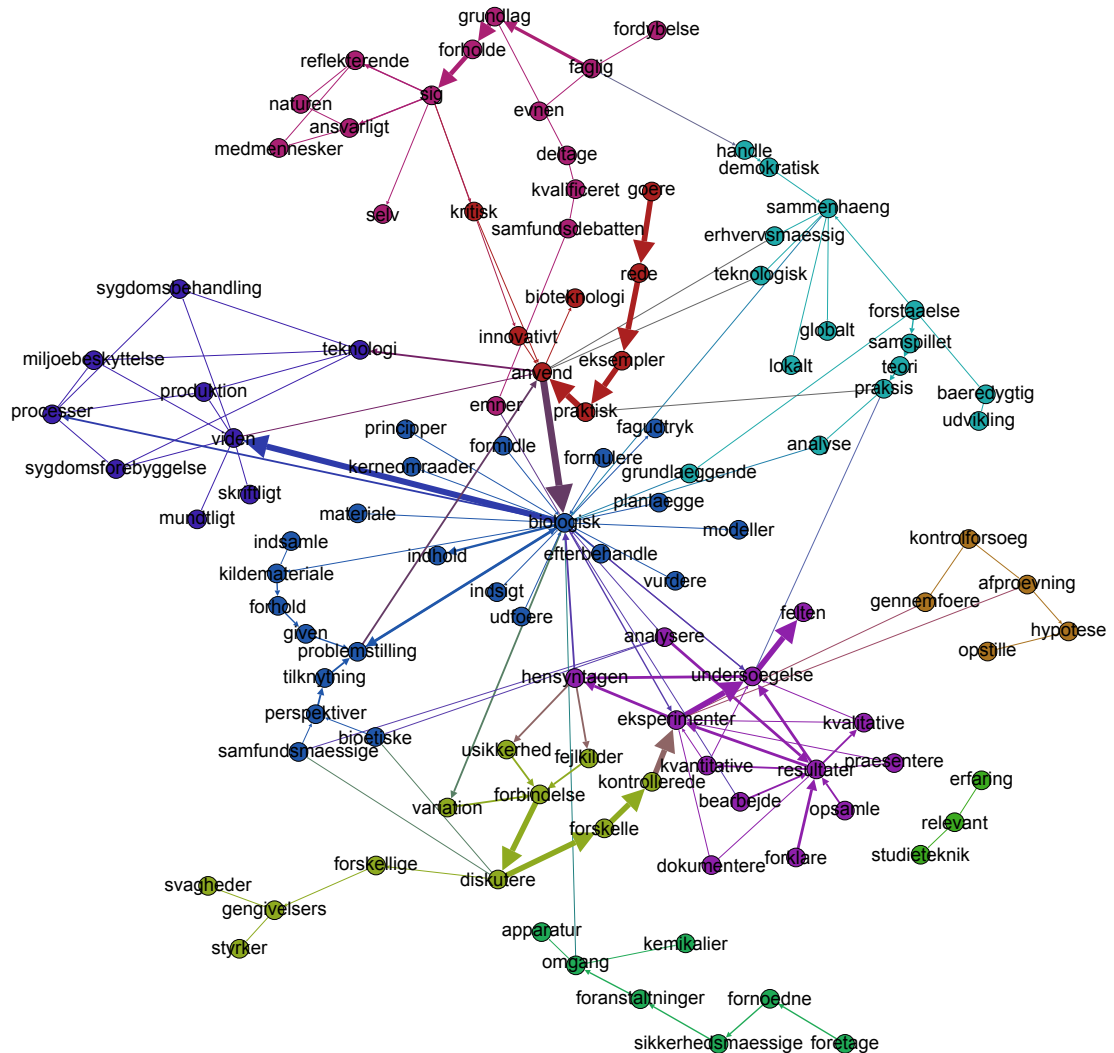
Stillingtagen Fagene giver baggrund for for eksempel stillingtagen omkring forskellige emner. Stx og htx biologi giver baggrund for stillingtagen ved omkring ”aktuelle samfundsforhold med

⁸PageRank er et mål for vigtighed, eller centralitet, i et netværk. Jo mere velforbundet et ord er, desto højere PageRank får det. At være velforbundet betyder at være forbundet til andre ord som også er velforbundne. PageRank er normaliseret således at for et netværk er summen af alle ords PageRank lig med 1.

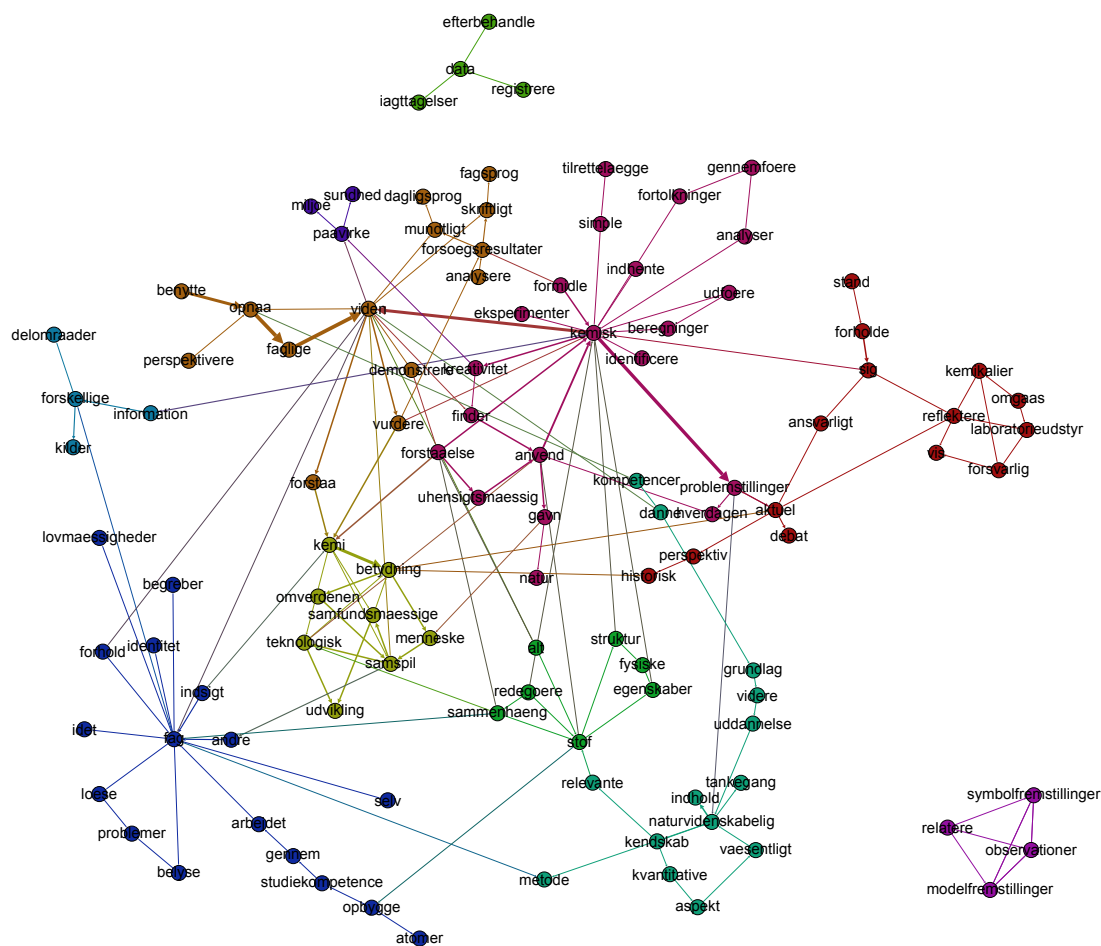


Figur 5: Kompetencenetværket for bioteknologi A. Størrelsen på cirklerne repræsenterer deres PageRank og størrelsen af ordene deres hyppighed. Farverne angiver grupperinger af ord som grupperingsalgoritmen har fundet. Anvend er i dette netværk havnet i en anden gruppe end de faglige ord bioteknologi(-ske), biologi(-ske) og kemi(-ske).

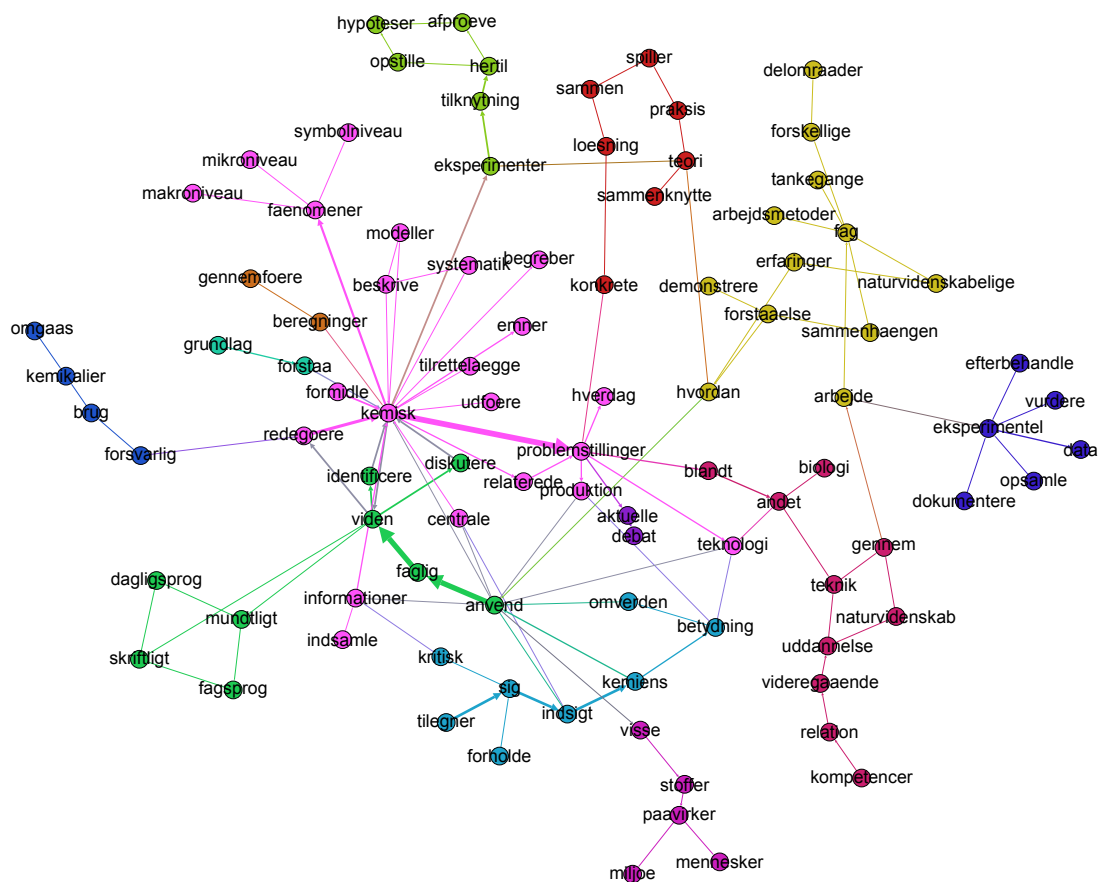




MONA Forskningsrapportserie nr. 1 2015



Figur 8: Kompetencenetværk for kemi A stx. Kemi B stx kan i store træk ses som en delmængde af kemi A stx. Dog indeholder kemi B stx en formulering som ikke er at finde i kemi A: redegøre for og behandle simple kemiske problemstillinger på kvalitativt grundlag. Størrelsen på cirklerne repræsenterer deres PageRank og størrelsen af ordene deres hyppighed. Farverne angiver grupperinger af ord som grupperingsalgoritmen har fundet. Anvend er i dette netværk havnet i den samme gruppe som det faglige ord kemi(-ske).



Figur 9: Kompetencenetværk for kemi A htx. Kemi B htx kan ses som en delmængde af kemi A htx. Størrelsen på cirklerne repræsenterer deres PageRank og størrelsen af ordene deres hyppighed. Farverne angiver grupperinger af ord som grupperingsalgoritmen har fundet. Anvend er i dette netværk havnet i den samme gruppe som det faglige ord kemi(-ske).

biologisk indhold". Bioteknologi giver baggrund for stillingtagen omkring "bioteknologiske emner". (Stx kemi har ikke lignende udsagn. Det tættest ville være dette: "Kemikeren udforsker og beskriver stoffers egenskaber og betingelserne for, at disse reagerer. Denne grundlæggende viden benyttes blandt andet til at udvinde og udvikle nye stoffer med nye egenskaber.") På samme måde ligger der ikke et aspekt af stillingtagen i htx kemis identitetsbeskrivelse. Den baggrund som htx kemi giver, er alene et redskab i forbindelse med tematiseringen af "problemstillinger i relation til væsentlige områder såsom teknologi, medicin, sundhed, miljø og materialeudvikling".

Fagenes Åbning Selvom alle fag åbner sig udadtil, er det på forskellige måder at fagene åbner sig. Bioteknologi spiller en "stadig vigtigere rolle inden for væsentlige område" der ligger uden for faget selv ("som sundhed og sygdom, fødevareteknologi, forædling, biologisk og kemisk produktion på et bæredygtigt grundlag"). Stx biologi giver "faglig baggrund for [...]stillingtagen" omkring emner uden for faget "med biologisk indhold" (for eksempel sociovidenskabelige problemstillinger). Stx kemi spiller en "en stadig vigtigere rolle som bidrager til forståelse og udvikling af blandt andet bioteknologi, nanoteknologi, nye materialer, lægemidler og fødevareproduktion". Htx kemi åbner sig først og fremmest ud mod de andre "naturvidenskabelige og tekniske fag". Htx biologi "omfatter anvendelsen af biologisk viden og biologiske processer inden for områder" der ligger uden for faget for eksempel "produktion, bioteknologi, miljø, medicin og sundhed".

Anvendelsesorientering På denne måde er der tale om forskellige typer anvendelsesorientering. Stx biologi (og på sin vis også htx biologi) følger den mere traditionelle tanke om kritisk medborgerskab – det vil sige tanken om at man med biologifaglig dannelse har et fundament hvorudfra man kan træffe beslutninger om samfundet. (Biologifaglig viden er for så vidt en del af borgerens repertoire). Selvom disse tanke også er repræsenteret i htx biologi, har htx biologis identitetsbeskrivelse et mere fagteknisk islæt: Dets baggrund ligger både i "videnskabsfaget og teknisk videnskab", og dets sigte er, gennem "analyse af biologiske problemstillinger og resultater", at "finde sammenhænge og opstille modeller".

Bioteknologi og stx kemis identitetsbeskrivelser gennemsyres derimod af, at fagene tænkes som redskaber (måske endda redskabsfag). Dette fremstår måske mest klart i udsagnet "[b]ioteknologi er teknologisk udnyttelse af biologiske systemer til forskning, analyse, produktion og sygdomsbehandling." Stx/htx biologi/kemi og bioteknologis identiteter adskiller sig endvidere ved den tydelige eksperimentelle del af stx/htx biologi/kemi.

Formål og faglige mål

Fagene har faglige, almindendannende og studieforberedende mål. De faglige mål for fagene er selvsagt meget forskellige indholdsmæssigt. Det er klart, at bioteknologi har bredere faglige mål end de andre fag: "eleverne opnår viden om og indsigt i metoder, begreber og lovmæssigheder inden for biologi, kemi, biokemi og bioteknologi." Mens stx kemi har et mere snævert men også mere detaljeret fagligt mål: "I kemi A opnår eleverne indsigt i fagets metoder, begreber og lovmæssigheder, herunder viden om og forståelse for at alt stof er opbygget af atomer". Htx kemis formålsbeskrivelse har en mærkbar tværfaglig vægtning: "Eleverne tilegner sig erfaringer med de naturvidenskabelige fags arbejdsmetoder og tankegange, herunder hvordan teori og praksis spiller sammen ved løsning af konkrete problemstillinger[:] [...]desuden opnår eleverne grundlag for at forstå kemisk relaterede problemstillinger inden for blandt andet biologi, teknik og teknologi. "

Stx og htx biologi har et almindendannende aspekt indlejret i dets faglige mål: Formålet med stx biologi er, at "eleverne opnår biologisk indsigt og udvikler ansvarlighed for sig selv og for andre levende organismer", og på samme måde er formålet med htx biologi, at "eleverne opnår viden

og indsigt i biologiske kerneområder og får grundlag for at forholde sig reflekterende og ansvarligt til sig selv, deres medmennesker og naturen. ” htx kemi har, om end i mindre udtalt grad, lignende aspekter: for eksempel ”eleverne tilegner sig indsigt i kemiens anvendelse og betydning i produktion, omverden og teknologi, og de styrkes herved i forståelsen af, hvordan anvendelse af visse stoffer påvirker mennesker og miljø.” Den overordnede forskel mellem fagene er detaljeringsgraden – især i forhold til studieforberedende mål. Især stx og htx biologi kendetegnes ved detaljerede studieforberedende kompetencemål. (For stx biologi nævnes: ”kritisk informations- og litteratursøgning”, ”planlægning og udførelse af eksperimentelt laboratorie- og feltarbejde”, ”databearbejdning”, ”rapportskrivning” og ”anden skriftlig og mundtlig formidling”. For htx biologi nævnes: ”relevant studieteknik”, ”evnen til faglig fordybelse”, ”forståelse af samspillet mellem teori og praksis ved undersøgelse og analyse af biologiske problemstillinger og ved praktisk anvendelse af deres biologiske viden”). Stx/htx kemi og bioteknologis studieforberedende mål er formuleret på en mere generisk måde – for eksempel ”[e]levernes studiekompetencer udvikles gennem arbejdet med faget såvel teoretisk som eksperimentelt”.

Vejledninger

Da vejledningen for bioteknologi primært består af teksten fra læreplanen og enkelte udredelser af primært indholdsmæssig karakter, er det svært at sammenligne denne vejledning med de tilsvarende for stx kemi og stx biologi. Det er dog værd at bemærke, at vejledningen for bioteknologi og stx biologi begge lægger vægt på at undervisningen er tematisk. Selvom vejledningen for stx kemi enkelte steder i vejledningen også ønskes tematisk, er dette punkt væsentligt mere gennemgående i vejledningerne for stx kemi og bioteknologi.

Vejledningen for stx biologi lægger vægt på nature of science. Dette ses for eksempel i udsagn som dette: ”Undervisningen skal ikke kun omfatte elevernes egne eksperimentelle arbejder, men også viden om kravene til videnskabelige eksperimentelle arbejdsmetoder, og de skal kunne forholde sig til konkrete eksempler på arbejdsmetoder. Eleverne skal derfor kende og forholde sig til både, hvordan den videnskabelige viden og deres egen viden fremkommer, og til videnskabelige og egne eksperimentelle arbejder.” Omvendt lægger vejledningen for stx kemi noget mere vægt på udfoldelsen af det faglige kernestof (s. 5-7).

ANALYSE AF EKSAMENSSÆT

Analyse af eksamenssæt

Sammenfatning

Formålet med analysen var at undersøge hvilke kompetencer de skriftlige eksamenssæt i bioteknologifaget tester og på hvilket taksonomisk niveau de forskellige eksamenssæt befinder sig. På tværs af bioteknologiexkensamenssættene fra 2011 og 2012 blev 21 kompetencer fra bioteknologilæreplanen testet (se tabel 3). Der var især fire kompetencer, der trådte frem. Som det fremgår af figur 10 blev de følgende fire kompetencer testet i 40 eller flere procent af delopgaverne fra de to eksamenssæt: (Eleven kan)

- "analysere bioteknologiske problemstillinger under anvendelse af fagsprog, symboler og nomenklatur",
- "redegøre for sammenhæng mellem struktur, egenskaber og funktion (af stoffer)",
- "relatere observationer, model- og symbolfremstillinger til hinanden" og
- "demonstrere viden om fagets identitet og metoder".

Der er i alt seks kompetencer fra bioteknologilæreplanen, der ikke blev testet på tværs af de to bioteknologiexkensamenssæt: (Eleven kan)

- "foretage risiko- og sikkerhedsvurderinger i forhold til anvendt apparatur, kemikalier og biologisk materiale"
- "opsamle resultater fra eksperimenter og undersøgelser under hensyntagen til fejlkilder, usikkerhed og biologisk variation"
- "dokumentere eksperimenter og undersøgelser både mundtligt og skriftligt"
- "indsamle information fra kilder, der omhandler biologiske, kemiske og bioteknologiske emner og problemstillinger"
- "vurdere information fra kilder, der omhandler biologiske, kemiske og bioteknologiske emner og problemstillinger"
- "anvende information fra kilder, der omhandler biologiske, kemiske og bioteknologiske emner og problemstillinger"

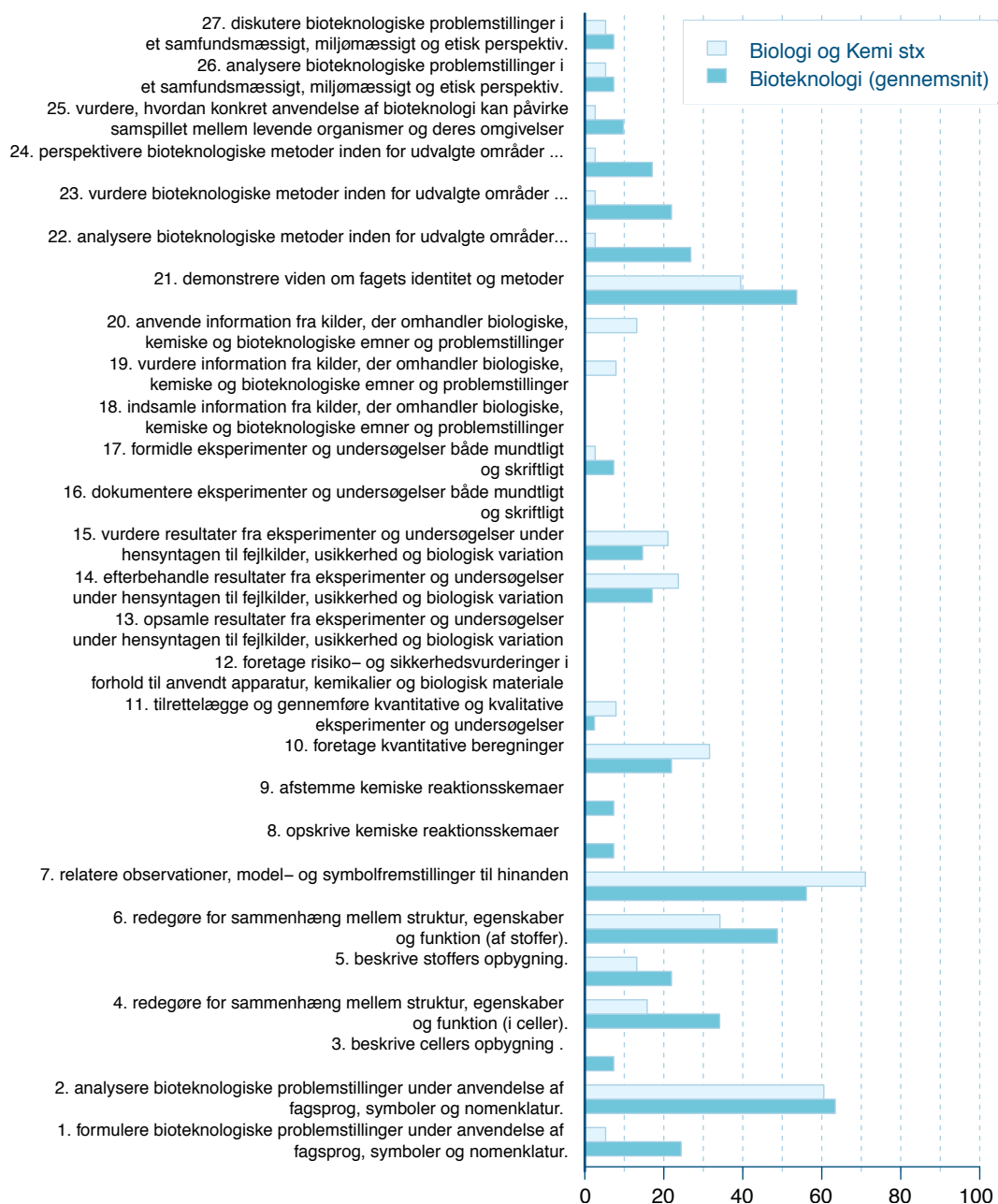
Disse kompetencer vedrører primært eksperimentelt og projektorienteret arbejde, hvorfor det må antages, at disse kompetencer vurderes i den daglige undervisning eller til de mundtlige eksaminer. Inden for deres eget fagområde er bioteknologiopgaverne gerne på taksonomisk niveau med eller lidt sværere end opgaver i eksamenssæt fra biologi A og kemi A. En elev, der svarer rigtigt på opgaverne, skal ofte kunne vise, at vedkommende kan kombinere viden om specifikt fagligt indhold med metodiske tilgange og kunne relatere metoder til hinanden. Eksamenssættene i bioteknologi A ligger på taksonomisk niveau med biologi A. Sammenlignet med kemi A starter eksamenssættene i bioteknologi A og biologi A generelt på et højere taksonomisk niveau og bevæger sig op på et mere abstrakt taksonomisk niveau end kemi A.

Beskrivelse af arbejdsproces

Der blev nedsat en arbejdsgruppe bestående af 2 erfarne undervisere med erfaring som censorer i bioteknologi A og 2 forskere fra henholdsvis DTU og KU med erfaring som undervisere på kurser med bioteknologisk indhold. Censorerne blev udvalgt ud fra anbefalinger fra fagkonsulenterne mens der blev henvist til forskerne da evalueringsgruppen rettede henvendelse til DTU og KU. Arbejdet med eksamenssættene foregik dels under to møder af henholdsvis en halv og en hel

Kompetencer	%-del af delopgaver, der tester en given kompetence						
	Bioteknologi			Biologi stx	Kemi stx	Kemi htx	Kemi + Bi- ologi stx
	Maj 11	Maj 11	$\bar{x}$	Jun 12	Maj 12	Jun 12	$\bar{x}$
Formulere bioteknologiske problemstillinger under anvendelse af fagsprog, symboler og nomenklatur	10	40	24	10	0	5	5
Analysere bioteknologiske problemstillinger under anvendelse af fagsprog, symboler og nomenklatur	38	90	63	55	67	70	61
Beskrive cellers opbygning	10	5	7	0	0	0	0
Redegøre for sammenhæng mellem struktur, egenskaber og funktion (i celler)	24	45	34	30	0	0	16
Beskrive stoffers opbygning	24	20	22	10	17	15	13
Redegøre for sammenhæng mellem struktur, egenskaber og funktion (af stoffer)	29	70	49	30	39	35	34
Opskrive kemiske reaktionsskemaer	10	5	7	0	0	10	0
Afstemme kemiske reaktionsskemaer	10	5	7	0	0	10	0
Foretage kvantitative beregninger	19	25	22	15	50	60	32
Tilrettelægge og gennemføre kvantitative og kvalitative eksperimenter og undersøgelser	5	0	2	15	0	0	8
Efterbehandle resultater fra eksperimenter og undersøgelser under hensyntagen til fejlkilder, usikkerhed og biologisk variation	19	15	17	0	50	45	24
Vurdere resultater fra eksperimenter og undersøgelser under hensyntagen til fejlkilder, usikkerhed og biologisk variation	19	10	15	10	33	25	21
Formidle eksperimenter og undersøgelser både mundtligt og skriftligt	10	5	7	5	0	0	3
Demonstrere viden om fagets identitet og metoder	48	60	54	55	22	20	39
Analysere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som [...]	19	35	27	5	0	0	3
Vurdere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som [...]	14	30	22	5	0	0	3
Perspektivere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som [...]	10	25	17	5	0	0	3
Vurdere, hvordan konkret anvendelse af bioteknologi kan påvirke samspillet mellem levende organismer og deres omgivelser	10	10	10	5	0	0	3
Analysere, hvordan konkret anvendelse af bioteknologi kan påvirke samspillet mellem levende organismer og deres omgivelser	5	10	7	10	0	0	5
Diskutere, hvordan konkret anvendelse af bioteknologi kan påvirke samspillet mellem levende organismer og deres omgivelser	5	10	7	10	0	0	5

Tabel 3: Oversigt over den procentvise andel af delopgaver i de analyserede eksamenssæt, der dækker kompetencemålene, der kan identificeres i læreplanen for bioteknologi A. Læg mærke til at der er tale om de og kun de kompetencer, der tilgodeses i minimum ét af eksamenssættene.



Figur 10: Procentdelen af delopgaver i henholdsvis en gennemsnits bioteknologi eksamenssæt og en sammensat eksamen af biologi A og kemi A.

dags varighed, dels mellem disse møder. INDs evalueringsgruppe havde designet de opgaver som arbejdsgruppen skulle påtage sig, optrådte som facilitatorer under møderne og svarede på spørgsmål mellem møderne. Under det første møde fik arbejdsgruppens deltagere til opgave at lave en taksonomisk inddeling af eksamenssættene. De fik udleveret et inddelingsskema og i fællesskab inddelte de delopgaverne for en hel opgave i et bioteknologi eksamenssæt. Derefter diskuterede gruppen deres kriterier for inddeling, og det blev aftalt at der var to forskellige typer af inddelinger:

1. Censorerne skulle inddele opgaverne efter hvad de ville forvente af en studerende der gik til eksamen i bioteknologi A.
2. Universitetsunderviserne skulle inddele opgaverne efter hvad de ville forvente af en studerende der tog et af de første kurser på uddannelsen.

Det blev også specificeret på første møde at de skulle stræbe efter at placere en delopgave på så mange taksonomiske niveauer som de mente var nødvendigt for at beskrive hvad en studerende skulle kunne for at besvare delopgaven fyldestgørende. På den måde kunne en delopgave godt befolke flere taksonomiske niveauer. For at analysere inddelingerne har vi set hver taksonomiske inddeling som en stemme. Med fire deltagere i arbejdsgruppen kunne en delopgave altså få mellem 1 og 4 stemmer i hvert taksonomiske niveau (1-3 stemmer for kemisættene). De taksonomiske inddelinger blev samlet i kompositte diagrammer (se hovedrapporten for et eksempel). Til andet møde havde INDs evalueringsgruppe opdelt de faglige mål i bioteknologis læreplan i kompetencer. Kompetencerne indeholdt et aktionsverbum, så pinden:

Eleven skal kunne formulere og analysere bioteknologiske problemstillinger under anvendelse af fagsprog, symboler og nomenklatur.

blev til to kompetencer:

Eleven skal kunne formulere bioteknologiske problemstillinger under anvendelse af fagsprog, symboler og nomenklatur.

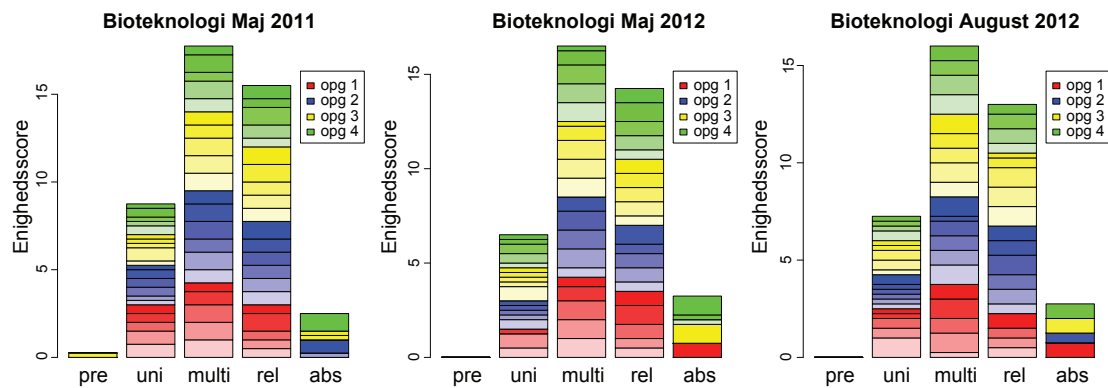
og

Eleven skal kunne analysere bioteknologiske problemstillinger under anvendelse af fagsprog, symboler og nomenklatur.

Til andet møde, som var et heldagsmøde, bad evalueringsgruppen arbejdsgruppens deltagere om at matche delopgaver på kompetencerne. For hver opgave brugte deltagerne ca. 5 minutter på selvstændigt at inddele delopgaverne på alle de kompetencer de mente de berørte og herefter diskuterede gruppen og INDs evalueringsgruppe sammen hvilke kompetencer delopgaverne testede. Resultaterne af samtalen blev ført ind i et skema - med eventuelle kommentarer. Kompetencematchet blev lavet for bioteknologisættene fra maj 2011, maj 2012 og august 2012.

For at kunne sammenligne med kemi stx/htx og biologi stx inddelte gruppen også det seneste sæt (2012) fra hver af disse. En del af opgaverne i disse sæt har fagligt indhold der ligger udenfor bioteknologi As faglige indhold. Alligevel tester eksamenssættene faglige kompetencer der ligger meget tæt på bioteknologis faglige kompetencer. Sådanne opgaver blev matchet med de bioteknologikompetencer de matchede mest med, og det blev noteret at det faglige indhold lå udenfor bioteknologi A.

Matchet mellem opgaver og kompetencer blev talt op så det var muligt at se hvor mange procent af opgaverne i henholdsvis bioteknologi, kemi og biologi, der testede hver af kompetencerne.



Figur 11: Sammenligning af bioteknologieksamenssæt.

Hvilke taksonomiske niveauer befolker opgaverne i bioteknologi?

Hver delopgave blev inddelt taksonomisk efter hvilke handlinger eleverne skulle foretage sig for at løse opgaven fyldestgørende. Således kunne en delopgave godt befolke flere taksonomiske niveauer, hvis for eksempel den krævede at eleven skulle identificere (enkeltidig strukturering), kombinere (flersidig strukturering) og analysere (relationel) for at lave en korrekt og fyldestgørende besvarelse. Det varierede mellem deltagerne hvad de mente eleverne skulle gøre for at opnå en fyldestgørende besvarelse, så hver deltagers inddeling tæller som en stemme ud af fire mulige.

På figur 11 ses inddelingen af de tre eksamenssæt vi har undersøgt. De er farvekodet efter opgave (1-4) og hver delopgave er repræsenteret ved en gradient (hvid-fuld farve). Hvis man skal finde de taksonomiske niveauer som opgave 2.6 maj 2011 befolker skal man finde de mørkeblå bokse på Figur 11 (a). Man kan se at opgaven har fået 1 stemme i det enkeltidigt strukturerede, 3 stemmer i det flersidigt strukturerede, 4 stemmer i det relationelle og 3 stemmer i det abstrakte.

Arbejdsgruppens individuelle taksonomiske inddelinger af opgaverne tyder på at bioteknologi A opgavernes fokus ligger på de flersidigt strukturerede og relationelle niveauer i SOLO taksonomien. Fokus i opgaverne ser altså ud til at være på at eleverne kan strukturere, beskrive, registrere, udregne, kombinere og sammenligne, årsagsforklare, analysere, relatere bioteknologiske koncepter.

Man kan sammenligne opgaverne ved at se hvor meget de er repræsenteret på givne niveauer. En delopgave der er velrepræsenteret på det enkeltidigt strukturerede niveau kan siges at være lettere at gå i gang med end en der ikke er. Omvendt er en opgave der er velrepræsenteret på det abstrakte niveau sværere at give en fyldestgørende besvarelse på end en der ikke er. Således er opgave 1.1 August 2012 nemmere at komme i gang med end resten af delopgaverne i det sæt og den er også hurtigt overstået. Omvendt skulle opgave 1.5 være ret svær at besvare fyldestgørende, da den taksonomisk set er blandt de tre sværeste i sættet.

Sammenligner man på tværs opgaver kan man vurdere sværhedsgraden af en opgave ved at sammenligne højden af en farver i søjlerne. I Maj 2011 ser det ud til at det bedst kunne betale sig at vælge opgave 4 hvis man ville svare på flest mulige opgaver og opgave 3 hvis man ville holde sig fra det abstrakte niveau (opgave 4.5 ser ud til at have været svær) Man kan sammenligne på tværs af eksamenssæt og her ser det ud til at de samlet set er nogenlunde lige svære.

Opgavesættet fra 2011 ser ud til samlet set at være nemmere at påbegynde, mens har flere opgaver der vurderes at nå et højt taksonomisk niveau. Overordnet set er der dog ikke de store forskelle mellem sættene, selvom opgavernes individuelle taksonomiske struktur nok godt kan gøre at et enkelt sæt opleves som sværere end et andet.

Forskelle og ligheder mellem eksamenssættene i bioteknologi, kemi og biologi

På tværs af eksamenssættene i stx kemi maj 2012 og stx biologi juni 2012 er de fire kompetencer, der primært blev testet de samme fire primære kompetencer, der blev testet i bioteknologi-eksamenssættene. Med andre ord ville en stx elev, der både gik til skriftlig eksamen i kemi A og biologi A, til disse to eksaminer også primært blive testet i de fire primære kompetencer, som bioteknologi-eksaminer testede. Der er en række kompetencer, der blev testet i bioteknologi-eksamenssættene, der kun i et marginalt omfang blev testet i biologi (og slet ikke i kemi) eksamenssættene. (Eleven kan):

- ”analysere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som sundhed og sygdom, fødevareteknologi, forædling, biologisk og kemisk produktion på et bæredygtigt grundlag”
- ”vurdere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som sundhed og sygdom, fødevareteknologi, forædling, biologisk og kemisk produktion på et bæredygtigt grundlag”
- ”perspektivere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som sundhed og sygdom, fødevareteknologi, forædling, biologisk og kemisk produktion på et bæredygtigt grundlag”
- ”vurdere, hvordan konkret anvendelse af bioteknologi kan påvirke samspillet mellem levende organismer og deres omgivelser”

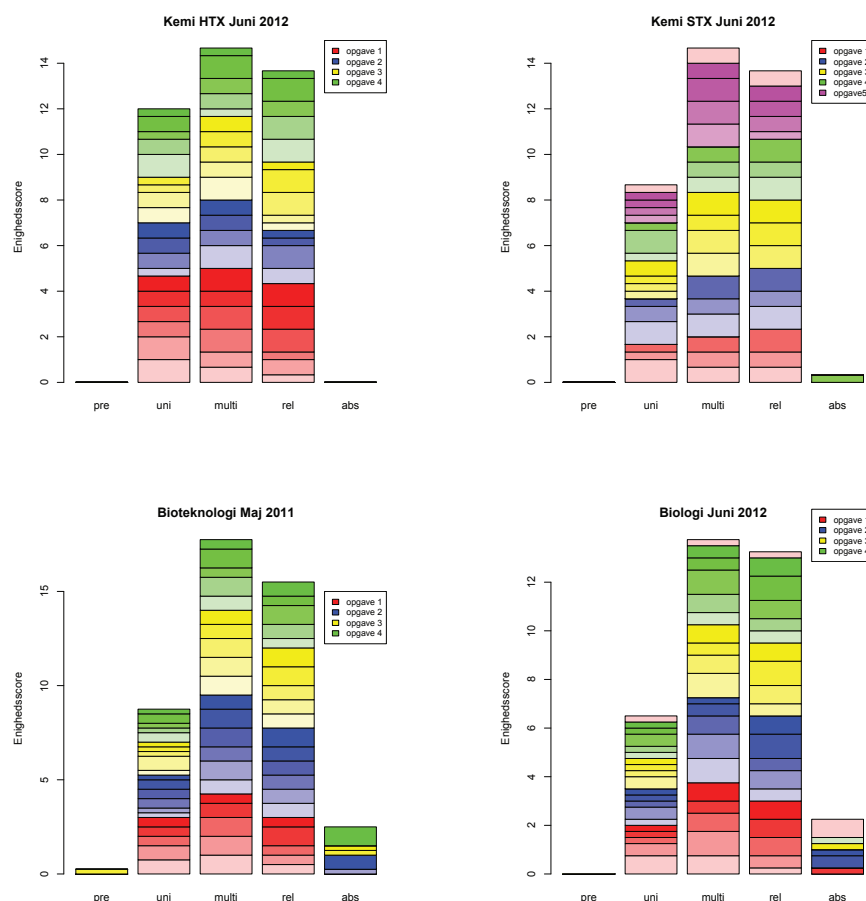
Det er interessant at bemærke at disse kompetencer alle har at gøre med det anvendelsesorienterede aspekt af bioteknologi. Dette betyder ikke, at der i for eksempel bioteknologi-eksamenssættet ikke testes for anvendelsen af det faglige indhold. Men, på samme måde som blev klart i læreplansanalysen er der tale om en ganske særegen fokus på anvendelsesorientering i bioteknologifaget, og dette kan således også ses i eksamenssættene.

Forskel på taksonomiske niveauer mellem bioteknologi og kemi/biologi

Det var nødvendigt at sammenligne bioteknologi A med biologi A (findes kun på stx) og kemi A (htx og stx) på trods af at bioteknologi svarer til biologi B og kemi B. For det første er bioteknologi et A-niveau fag så inden for sit fagområde burde det være lige så svært som andre A-niveau fag er inden for deres fagområde. For det andet afsluttes biologi B og kemi B ikke med en skriftlig eksamen og er derfor ikke sammenlignelige med bioteknologi A på denne front. Arbejdsgruppen lavede en taksonomisk inddeling af opgaverne i biologi A og kemi A efter samme format som bioteknologi A.

Her kan man se at der er en væsensforskellighed fra bioteknologi A til begge kemisæt. Det er ikke lige til at lave en absolut sammenligning fordi sættene har forskellige antal opgaver hver opgave er inddelt i et forskelligt antal underopgaver. Men det er dog tydeligt at kemiopgaverne i højere grad indeholder opgaver der begynder på et lavt taksonomisk niveau, forskellen er især tydelig fra kemi A htx til bioteknologi A.

I forhold til biologisættet er der meget større ligheder. Fordelingerne ligner hinanden ved at de enkltsidigt strukturelle niveau er markant mindre repræsenteret end de flersidigt strukturerede og relationelle niveauer. Samtidig er der en lille men betydelig andel af opgaverne som bevæger sig op på det abstrakte niveau. Der er relative interne forskelle. Det enkltsidigt strukturerede niveau er repræsenteret mere i biologi relativt til det flersidigt strukturerede, så opgaverne er nemmere at komme i gang med. Til gengæld er det relationelle relativt mere repræsenteret i forhold til det flersidigt strukturerede i biologisættet, så opgaverne kan være sværere at svare fyldestgørende på. Det kan også bemærkes at det abstrakte niveau er befolket mere i bioteknologi relativt til det flersidigt strukturerede end i biologisættet.



Figur 12: *Taksonomisk sammenligning af eksamenssæt i kemi stx og htx, bioteknologi A og biologi A stx.*

Overordnet set ser bioteknologi A sættene ud til at være på niveau eller lidt højere taksonomisk set end hver af kemi og biologi sættene. I forhold til både kemi og biologi er bioteknologisættene karakteriseret rent taksonomisk ved at være relativt mere bundet op på evnen til at kunne genere hypoteser og perspektivere, end på at kunne identificere og udføre simple handlinger.

SSPØRGESKEMA- UNDERSØGELSE

Spørgeskemaundersøgelse

Sammenfatning

Størstedelen af lærerne fra både stx og htx er uddannet cand.scient. Langt størstedelen af stx-lærerne er uddannet cand.scient., mens htx-lærerne i højere grad end stx-lærerne har en anden uddannelsesbaggrund, som for eksempel civil- eller diplomingeniør. Over halvdelen af lærerne fra både stx og htx har undervist i bioteknologi A i mere end to år, en mindre andel på 15,6 % af htx-lærerne og 13,1 % af stx-lærerne har undervist i bioteknologi A i mindre end et år. Htx-lærerne underviser i højere grad end stx-lærerne i både biologi og kemi udover bioteknologi A, henholdsvis 57,8 % af htx-lærerne og 46,1 % af stx-lærerne.

Der er forskel på, hvordan undervisningen på stx og htx er organiseret. Det viser sig, at htx-lærerne i højere grad end stx-lærerne underviser i både den biologiske og den kemiske del af bioteknologi A, hvor 51,5 % af htx-lærerne og 35,6 % af stx-lærerne underviser i både den biologiske og den kemiske del af bioteknologi A. Denne forskel viser sig dog ikke at være signifikant. Der er signifikant sammenhæng mellem, hvilke dele af bioteknologi lærerne underviser i, og hvilke fag lærerne underviser i udover bioteknologi A ($p < 0.05$). Det er signifikant, at 51,1 % af stx-lærerne angiver at være to lærere, der underviser i faget hver for sig, men i samme forløb, mens dette gælder for 33,3 % af htx-lærerne ($p < 0.05$).

Lærerne vurderer i høj grad, at biologi og kemi koordineres i bioteknologi A, herunder at de to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men at udvælgelsen af indhold i det ene fag bliver påvirket af udvælgelsen i det andet fag for at støtte hinanden samt at form og indhold i biologi og kemi tilpasses efter en overordnet problemstilling eller tema. Lærerne vurderer ikke i nær så høj grad, at de to fag integreres til et fælles bioteknologifag.

Lærerne vurderer generelt, at biologi og kemi ikke er støttefag for hinanden. Dog viser det sig, at stx-lærere, lærere, der underviser i den kemiske del af faget, samt lærere, der udover bioteknologi også underviser i kemi, i signifikant højere grad ser kemi som et støttefag for biologi i bioteknologifaget ($p < 0.05$).

De lærere, der underviser alene i faget, og de lærere, der underviser hver for sig, men i samme forløb, vurderer i signifikant højere grad, end lærere, der underviser hver for sig i forskellige forløb, at de to fag koordineres ($p < 0.05$). Desuden vurderer lærere, der underviser alene i faget i signifikant højere grad end lærere, der underviser hver for sig i forskellige forløb, at biologi og kemi opløses som selvstændige fag i et fælles bioteknologifag ($p < 0.05$).

Ligeledes vurderer lærere, der underviser lige meget i den biologiske og den kemiske del af bioteknologifaget, i signifikant højere grad end lærere, der underviser i enten den biologiske eller den kemiske del af faget, at de to fag koordineres ($p < 0.05$). Endelig vurderer lærere, der underviser lige meget i både den biologiske og den kemiske del af faget, i signifikant højere grad end lærere, der underviser i den kemiske del af faget, at biologi og kemi opløses som selvstændige fag i et fælles bioteknologifag ($p < 0.05$).

De kvalitative data om lærernes syn på forholdet mellem biologi og kemi viser, at lærerne generelt vurderer, at der er gode muligheder for faglig synergi mellem biologi og kemi i bioteknologifaget. På den anden side viser kommentarerne også, at bioteknologifaget støder på nogle udfordringer i forhold til at få de to fag til at spille sammen og blive integreret i bioteknologi A.

Undervisningen i bioteknologi A er generelt kendetegnet ved, at undervisningen i høj grad er tematisk, forbundet til virkeligheden og karakteriseret ved fælles faglige diskussioner. Desuden er undervisningen kendetegnet ved, at undervisningen er en vekselvirkning mellem fælles gennemgang og selvstændigt arbejde, og at eleverne løser opgaver alene eller sammen med andre. Undervisningen er ikke i nær så høj grad kendetegnet ved, at læreren laver demonstrationsforsøg, eller at eleverne arbejder med emner de selv har valgt.

Der er forskel på, hvordan lærerne tilrettelægger undervisningen afhængigt af hvilke dele af bioteknologifaget, de underviser i, og hvilke fag de underviser i udover bioteknologi A. Lærere, der underviser i den kemiske del af bioteknologi A, og lærere, der udover bioteknologi A un-

derviser i den kemiske del af bioteknologi A, angiver i signifikant højere grad end lærere, der underviser i den biologiske del og lærere, der udover bioteknologi A underviser i den biologiske del, at de anvender demonstrationsforsøg ($p < 0.05$).

De lærere, der underviser i den biologiske del samt lærere, der udover bioteknologi A underviser i biologi, rapporterer i signifikant højere grad end de lærere, der underviser i den kemiske del, og de lærere, der udover bioteknologi A underviser i kemi, at

1. eleverne skal løse opgaver på nettet,
2. deres elever arbejder i grupper, med emner, de selv har valgt,
3. undervisningen er problemorienteret og
4. at undervisningen er tematisk opbygget.

Desuden viser det sig, at de lærere, der udelukkende underviser i den kemiske del af bioteknologi rapporterede i signifikant højere grad end de lærere, der udelukkende underviser i den biologiske del af bioteknologi, at de anvender demonstrationsforsøg i undervisningen. Desuden angiver lærere, der udover bioteknologi underviser i biologi, i signifikant højere grad end lærere, der udover bioteknologi A underviser i kemi, at eleverne skal gøre brug af viden fra forskellige fag til at løse en opgave ($p < 0.05$).

Lærerne vurderer generelt, at deres undervisning i bioteknologi A adskiller sig i nogen grad fra deres undervisning i biologi og kemi. Analysen af de kvalitative data viser, at undervisningen i bioteknologi A adskiller sig fra biologi og kemi ved at være mere anvendelsesorienteret, tematisk og eksperimentelt. Desuden adskiller bioteknologi A sig ved at give mulighed for faglig synergi mellem biologi og kemi.

Både lærere fra stx og htx følte sig generelt fagligt kvalificeret, første gang de skulle undervise i faget bioteknologi A. Det viser sig, at de lærere, der udover bioteknologi A underviser i både biologi og kemi, følte sig signifikant bedre kvalificeret til at undervise i faget, end de lærere, der underviser i enten biologi og kemi. Lærerne er generelt interesseret i efteruddannelse i faget. En del angiver, at de har taget kurser i faget, og de fleste vurderer de kurser, de har været på, positivt. Nogle ønsker praksisnære og fagdidaktiske kurser, gerne med et eksperimentelt indhold. Andre ønsker kurser, så man enten kan holde sig ajour inden for faget, eller blive fagligt stærkere i for eksempel matematik, statistik og kemi. Det er gerne dem med en biologibaggrund som gerne vil kvalificeres inden for de "hårdere" fag.

Lærerne vurderer generelt, at der er sammenhæng mellem bioteknologifagets mål og det, som eleverne bliver målt på til både den skriftlige og den mundtlige eksamen. Der er ingen signifikante forskelle på stx- og htx-læreres vurdering af sammenhængen mellem mål og eksamen. Lærerne fremhæver i de uddybende kommentarer, at de oplever, at den skriftlige eksamen i høj grad er opdelt i en kemidel og en biologidel.

Det er lærernes vurdering, at eleverne i bioteknologi A generelt bliver gode til at arbejde tværfagligt, eksperimentelt og problemorienteret. De peger på, at de særligt dygtige elever herudover bliver dygtige til at danne sig et overblik over problemstillinger og at fordybe sig og at formidle det, de lærer.

I sammenligningen af elevernes udbytte i bioteknologi A med biologi og kemi vurderer lærere, at eleverne i bioteknologi generelt er fagligt stærke. Nogle lærere fremhæver i sammenligningen med biologi og kemi, at eleverne ikke bliver lige så fagligt stærke som i de to fag hver for sig.

Analyse

Formål og indhold

Denne del af rapporten præsenterer resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen blandt lærere, der underviser i bioteknologi A på stx og htx, som Institut for Naturfagenes Didaktik har gennemført i april 2013. Formålet med undersøgelsen var at indhente en viden om lærernes perspektiv på

implementeringen og realiseringen af bioteknologi A på stx og htx. Spørgeskemaet er opdelt i en række temaer⁹

- Organisering af undervisningen i bioteknologi A
- Forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologi A
- Undervisningen i bioteknologi A
- Kvalifikationer til at undervise i bioteknologi A og behov for efteruddannelse
- Sammenhængen mellem mål og eksamen i bioteknologi A
- Elevernes udbytte i bioteknologi A

Metode

Spørgeskemaet indeholder både lukkede og åbne spørgsmål. Spørgeskemaet er testet af seks lærere i bioteknologi A fra både stx og htx, og med undervisningserfaring udover bioteknologi A inden for biologi, kemi eller biologi/kemi. Spørgeskemaet er gengivet i sin fulde længde i det supplerende materiales tredje afsnit.

Spørgeskemaet indeholder spørgsmål om bioteknologilærernes baggrund og om undervisningens organisation. Dernæst indeholder skemaet en række Likert-skala (7-trin) spørgsmål, hvor lærerne kunne erklære sig enige/uenige i et udsagn. Likert-skala spørgsmålene er tematiseret over forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologiundervisningen, kendetegn for lærernes undervisning, lærernes oplevelse af egne kvalifikationer og sammenhængen mellem læreplan og eksamen, og for hvert tema har lærerne haft mulighed for at give uddybende svar. Endelig indeholder spørgeskemaet også et åbent spørgsmål om lærernes vurdering af, hvad eleverne bliver gode til.

Respondenterne er blevet bedt om at vurdere de lukkede spørgsmål på en 7-trins Likert-skala. Likert-skalaspørgsmålene og baggrundsvariablene er brugt til at søge efter signifikante forskelle mellem respondenter på basis af χ^2 -analyser af frekvenstabeller¹⁰. I det supplerende materiales andet afsnit findes tabeller med de gennemførte signifikanstest.

Spørgeskemaet indeholder en række spørgsmål, hvor lærerne kunne uddybe deres Likert-skalasvar. For hvert spørgsmål har vi lavet en tematisk analyse, hvor vi først har skabt koder på baggrund af vores læsning af svarene, derefter har kodet svarene med uafhængige kodere, korigeret koderne og genkodet svarene. For hvert spørgsmål har vi målt frekvensen af koderne.

Herudover har vi har brugt netværksanalyse til at finde sammenhænge mellem koder: Når en respondents udsagn er blevet kodet med to forskellige koder, A og B, siger vi, at de er forbundne med vægten 1. Jo flere gange A er blevet kodet med B, desto større bliver vægten. Hvis A er blevet kodet sammen med B 5 gange er vægten af forbindelsen mellem A og B lig med 5. I de grafiske repræsentationer af netværkene repræsenterer en cirkel en kode (og koden står med tekst over cirklen). Cirkelns størrelse (og tekstens størrelse) angiver, hvor mange gange koden er brugt i alt. Tykkelsen og farven af en streg mellem to cirkler angiver, hvor mange gange de to koder er blevet anvendt til at kode samme udsagn. En tyk mørkerød streg mellem to koder betyder altså, at de to koder relativt ofte nævnes sammen. Vi har fjernet forbindelser med vægten 1, da netværket da bliver nemmere at overskue.

De åbne svar er analyseret tematisk (efter Braun and Clarke, 2006) på følgende måde:

- Efter en indledende læsning af svarene på ét spørgsmål har evalueringsgruppen lavet en brainstorm over mulige temaer for svarene på dét spørgsmål.

⁹Spørgeskemaet indeholder desuden en række spørgsmål om elevernes interesse, som anvendes i en anden undersøgelse, som Institut for Naturfagenes Didaktik gennemfører i samarbejde med Forum 100 %. Disse spørgsmål indgår ikke i evalueringen af bioteknologi A på stx og htx.

¹⁰Det skal bemærkes, at Likert-skalaen ved beregninger af gennemsnit er "vendt om" i forhold til spørgeskemaets udformning, så 1 angiver den laveste værdi og 7 den højeste værdi.

- For hvert muligt tema har gruppen udarbejdet et antal koder.
- Koder og svar er formidlet til to uafhængige kodere, som har matchet koder til svar.
- For hver respondent, der har afgivet et tekstsvar i et spørgsmål, er der nu et antal koder, og i de tilfælde, hvor der er enighed mellem koderne, er der dobbelt så mange af den kode.
- På denne baggrund er der lavet et netværk bestående af respondent-ID og koder (efter Bruun, 2012). En respondent er forbundet til en kode, hvis vedkommendes svar er blevet matchet til den kode. Hvis svaret er blevet matchet til koden to gange, er forbindelsens vægt 2. Hvis svaret er blevet matchet til flere koder, er der en forbindelse pr. kode.
- Dette netværk er blevet kollapsedet til et netværk bestående af kun koder på følgende måde: To koder er forbundne, hvis en respondent har brugt koderne. Jo flere gange en respondent har brugt en kode, desto større er vægten.
- Koderne er repræsenteret af cirkler, og cirklernes størrelse er proportional med antallet af gange en kode er blevet matchet til en respondent.

Svarprocent

Undersøgelsen omfatter alle lærere, der underviser i bioteknologi A på stx og htx i foråret 2013. Oplysninger om lærere, der underviser i bioteknologi A er indhentet ved, at Ministeriet for Børn og Undervisning har skrevet til alle htx- og stx-skoler og bedt dem om at indsende oplysninger om hvilke lærere, der underviser i bioteknologi A. Der kan derfor være skoler, som ikke har indsendt oplysninger, og som derfor ikke indgår i undersøgelsen, selv om de udbyder bioteknologi A.

Når antallet af skoler, der har indsendt oplysninger, sammenholdes med det antal skoler, som er repræsenteret blandt respondenterne i spørgeskemaundersøgelsen, viser det sig, at 94,7 % af htx-skolerne og 91,4 % af stx-skolerne, som har indsendt oplysninger, er repræsenteret i undersøgelsen¹¹ (tabel 4).

	Htx	Stx
Antal skoler, der har meldt tilbage med e-mailadresser på lærere, der underviser i bioteknologi A	19	71
Antal skoler, der er repræsenteret i undersøgelsen	18	65
<i>Procent af de skoler der meldte tilbage, som også er repræsenteret i undersøgelsen.</i>	<i>94,7%</i>	<i>91,5%</i>

Tabel 4: *Andelen af skoler der er repræsenteret i undersøgelsen.*

Spørgeskemaet er sendt til 306 mulige respondenter. Blandt disse har det vist sig, at fire ikke var ansat længere, og at fem alligevel ikke underviste i bioteknologi A. Det betyder, at det samlede antal mulige respondenter er 297. I alt 236 respondenter har besvaret skemaet, hvilket giver en svarprocent på 79,4 %.

Som det fremgår af tabel 5, er svarprocenten for htx lidt højere end for stx. For både htx og stx gælder dog, at der er tale om en høj svarprocent, og vi vurderer på denne baggrund, at undersøgelsen er repræsentativ blandt de mulige respondenter.

¹¹Det har ikke været muligt i denne undersøgelse at vurdere, hvor stor en andel af det samlede antal skoler, der udbyder bioteknologi A, som er repræsenteret i undersøgelsen. Vi har haft adgang til ministeriets liste over skoler, der har haft elever til prøve i 2013, men denne liste indeholder skoler, som har elever i 3.g, og ikke skoler, som endnu ikke har elever i 3.g i bioteknologi A. Listen giver dermed ikke et samlet billede af antallet af stx- og htx-skoler, der udbyder bioteknologi A.

	Htx	Stx
Antal lærere som skemaet er sendt til	51	246
Antal lærere som har besvaret skemaet	45	191
<i>Svarprocent.</i>	<i>88,2%</i>	<i>77,6%</i>

Tabel 5: *Andelen af lærere, der er repræsenteret i undersøgelsen.*

Resultater

I spørgeskemaet er respondenterne blevet spurgt om deres baggrund, herunder deres uddannelsesbaggrund, undervisningserfaring i bioteknologi A samt hvilke fag de underviser i udover bioteknologi A.

Tabel 6 viser, at stx-lærere i højere grad end htx-lærere er uddannet cand.scient.¹². Htx-lærerne har derimod i højere grad end stx-lærere en anden uddannelsesbaggrund som for eksempel civilingeniør eller diplomingeniør.

Uddannelse	Htx ($N = 45$)	Stx ($N = 191$)
Cand.scient.	60,0%	91,1%
Civilingeniør	17,8%	2,6%
Diplomingeniør	6,7%	-
Farmaceut	2,2%	-
Levnedsmedikandidat	-	1,0%
Andet	13,3%	5,2%

Tabel 6: *Lærernes uddannelsesbaggrund.*

Som det fremgår tabel 7, er der ikke markant forskel på, hvor meget undervisningserfaring i bioteknologi A htx- og stx-lærere har. For både stx og htx gælder, at over halvdelen af lærerne har to eller flere års erfaring med at undervise i faget. En mindre andel på 15,6 % af htx-lærerne og 13,1 % af stx-lærerne har undervist i bioteknologi A i mindre end et år.

Undervisningserfaring	Htx ($N = 45$)	Stx ($N = 191$)
< 1 år	15,6%	13,1%
1-2 år	22,2%	23,6%
2-3 år	31,1%	34,0%
3-4 år	28,9%	22,0%
> 4 år	2,2%	7,3%

Tabel 7: *Undervisningserfaring - antal år som underviser på bioteknologi A*

Htx-lærere underviser i højere grad end stx-lærere i både biologi og kemi udover bioteknologi

¹²Der er i undersøgelsen ikke spurgt til, hvilken type cand.scient. lærerne er uddannet som.

A (se tabel 8). Desuden er der en større andel af stx-lærerne, der underviser i biologi udover bioteknologi sammenlignet med htx-lærerne.

Fag	Htx ($N = 45$)	Stx ($N = 191$)
Biologi	22,2%	31,4%
Kemi	20,0%	21,5%
Biologi og kemi	57,8%	46,1%

Tabel 8: *Hvilke fag underviser læreren i udover bioteknologi A?*

Organisering af undervisningen

I spørgeskemaet er respondenterne blevet spurgt om hvilke dele af bioteknologi A, de underviser i, og om de underviser alene i faget eller sammen med andre.

Tabel 9 viser, at htx-lærere i højere grad end stx-lærere underviser lige meget i den biologiske og den kemiske del af undervisningen. En 2×3 χ^2 -analyse viser dog, at der ikke er en signifikant sammenhæng mellem uddannelsesinstitution, og hvilken del af bioteknologifaget læreren underviser i. Det betyder, at den observerede forskel må betragtes som tilfældig.

	Htx ($N = 45$)	Stx ($N = 191$)
Den biologiske del	26,7%	35,1%
Den kemiske del	22,2%	29,3%
Lige meget i den biologiske og kemiske del	51,5%	35,6%

Tabel 9: *Hvad underviser læreren i inden for bioteknologifaget?*

Af tabel 10 fremgår det, at der er en markant sammenhæng mellem de fag lærerne underviser i udover bioteknologi A og den del af bioteknologifaget, de underviser i. For eksempel er der sammenhæng mellem at undervise i biologi og at undervise i den biologiske del af bioteknologifaget. En 3×3 χ^2 -analyse viser, at denne sammenhæng er signifikant for både biologi, kemi og

Hvilke fag læreren underviser eller har undervist i udover bioteknologi A	Hvad læreren underviser i inden for bioteknologifaget		
Samlet antal, $N = 234$	Den biologiske del ($N = 78$)	Den kemiske del ($N = 65$)	Lige meget i den biologiske og kemiske del ($N = 91$)
Biologi ($N = 70$)	92,9%	0%	7,1%
Biologi ($N = 70$)	92,9%	92,0%	6,0%
Biologi og kemi ($N = 114$)	10,4%	16,7%	72,8%

Tabel 10: *Sammenhæng mellem hvad lærerne underviser i inden for bioteknologi og hvilke fag de underviser i udover bioteknologi.*

biologi/kemi, ($p < 0.001$).

Tabel 11 viser, at der er forskel på, hvordan undervisningen i bioteknologi A er tilrettelagt på htx og stx. En $2 \times 4 \chi^2$ -analyse viser, at der overordnet set er en signifikant sammenhæng mellem uddannelsesinstitution og måden at tilrettelægge bioteknologiundervisningen på ($p < 0.05$). En uafhængig t-test viser dog, at der kun er signifikant forskel på, hvordan lærerne tilrettelægger deres undervisning i et tilfælde. Signifikant flere af stx-lærerne (57,1 %) end htx-lærerne (33,3 %) angiver at være to lærere, der underviser hver for sig i samme forløb ($p < 0.05$). I forlængelse af dette kan det nævnes, at stx-lærerne har 2,6 gange større chance for at være to lærere, der underviser hver for sig i samme forløb sammenlignet med htx-lærerne.

Tilrettelæggelse	Htx ($N = 45$)	Stx ($N = 191$)
Varetager al undervisningen alene	37,8%	24,6%
To lærere er for det meste til stede samtidigt	2,2%	0,0%
To lærere underviser hver for sig, men i samme forløb	33,3%	57,1%
To lærere underviser hver for sig i forskellige forløb/temaer	26,7%	18,3%

Tabel 11: *Hvordan er undervisningen i bioteknologi A normalt tilrettelagt i de klasser, hvor læreren underviser?*

Lærernes perspektiv på forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologi A

I spørgeskemaet er respondenterne blevet bedt om at angive graden af enighed på en 7-trins Likert-skala i udsagn om forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologi A.

Tabel 12 viser, at lærerne generelt erklærer sig uenige i udsagnet om, at de to fags bidrag ikke koordineres i bioteknologi A. Desuden er de generelt enige i udsagnene 2 og 5 om, at de to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men at udvælgelsen af indhold i det ene fag bliver påvirket af indholdet i det andet fag, samt at form og indhold i undervisningen tilpasses efter arbejdet med en fælles overordnet problemstilling/tema. Det viser sig, at stx-lærere ($\bar{x} = 5,33$, $s = 1,54$) i signifikant højere grad end htx-lærere ($\bar{x} = 4,78$, $s = 1,72$) erklærer sig enige i udsagn 2 om, at de to fag koordineres ($p < 0,05$).

Lærerne vurderer generelt udsagnene om, at biologi og kemi er støttfag for bioteknologiundervisningen lavt, dog bliver kemi i højere grad end biologi vurderet som støttfag. Det viser sig, at kemi i signifikant højere grad vurderes som støttfag af stx-lærere ($\bar{x} = 3,93$, $s = 2,0$) end htx-lærere ($\bar{x} = 3,04$, $s = 2,02$) ($p < 0,05$).

Lærerne er ikke lige så enige i udsagn 6 om at i udsagnet om, at biologi og kemi opløses som selvstændige fag i et fælles bioteknologifag. Generelt tyder det på, at de to fag koordineres, men ikke i lige så høj grad integreres.

Når vi ser på sammenhængen mellem lærernes vurdering af forholdet mellem biologi og kemi og undervisningsorganisering (tabel 13), viser det sig, at lærere, der varetager al undervisningen i bioteknologi A alene samt lærere, der underviser hver for sig, men i samme forløb, i signifikant højere grad end lærere, der underviser hver for sig og i forskellige forløb, vurderer, at de to fag koordineres og tilpasses efter overordnet problemstilling, som det kommer til udtryk i udsagn 2 og 5, ($p < 0,05$). Ligeledes viser det sig, at lærere, der varetager undervisningen alene, i signifikant højere grad end lærere, der underviser hvert for sig i forskellige forløb er enige i, at biologi og kemi opløses som selvstændige fag og bliver til et fælles bioteknologifag ($p < 0,05$). Måden at tilrettelægge undervisningen på viser sig ikke at have nogen betydning for om kemi og biologi bliver vurderet som støttfag for bioteknologifaget.

Udsagn fra spørgeskema	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)		
	Htx ($N = 65$)	Stx ($N = 191$)	Alle lærere ($N = 236$)
1. De to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men koordineres ikke.	2,9 (1,8)	2,8 (1,8)	2,8 (1,8)
2. De to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men udvælgelsen af indhold i det ene fag bliver påvirket af indholdet i det andet fag for at støtte hinanden.	4,8 (1,7)	5,3 (1,5)	5,2 (1,6)
3. Biologi er støttfag for kemi.	2,2 (1,6)	2,3 (1,6)	2,3 (1,6)
3. Kemi er støttfag for biologi.	3,0 (2,0)	3,9 (2,0)	3,8 (2,0)
5. I begge fag bliver form og indhold i undervisningen tilpasset efter arbejdet med en fælles overordnet problemstilling eller tema.	5,4 (1,6)	5,0 (1,7)	5,1 (1,7)
6. Biologi og kemi opløses som selvstændige fag og bliver i stedet to elementer i et fælles bioteknologifag.	3,6 (2,0)	3,6 (1,9)	3,6 (1,9)

Tabel 12: *Sammenhæng mellem syn på forholdet mellem biologi og kemi, og hvilken uddannelsesinstitution, læreren kommer fra.*

Når vi i tabel 14 ser på sammenhængen mellem lærernes vurdering af forholdet mellem biologi og kemi, og hvilken del af bioteknologifaget de underviser i, viser det sig, at de lærere, underviser i den kemiske del af bioteknologi A i signifikant højere grad end lærere, der underviser i den biologiske del, vurderer, at kemi er støttfag for biologi ($p < 0,05$).

Desuden viser det sig, at der er signifikant forskel på, hvordan lærere, der underviser i den kemiske del, og lærere, der underviser lige meget i den biologiske og den kemiske del, vurderer udsagn 5 om, at form og indhold i begge fag i undervisningen tilpasses efter arbejdet med en fælles overordnet problemstilling ($p < 0,05$).

Ligeledes viser det sig, at de lærere, der underviser lige meget i den biologiske og den kemiske del i signifikant højere grad end lærere, der underviser i enten den kemiske del eller den biologiske del, vurderer, at biologi og kemi opløses som selvstændige fag og bliver til to elementer i et fælles bioteknologifag ($p < 0,05$). I spørgeskemaet har respondenterne haft mulighed for at uddybe deres syn på forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologi A. På baggrund af kodningen af de kvalitative data om lærernes syn på forholdet mellem biologi og kemi viser sig følgende netværk i respondenternes besvarelser: Netværket illustrerer, at den mest fremtrædende kode er *Faglig synergi +*. Til denne kode er knyttet udsagn, der giver udtryk for, at der er god mulighed for synergi mellem kemi og biologi i bioteknologiundervisningen, for eksempel:

Der er en rigtig god synergi mellem de to fag.

Udsagn fra spørgeskema	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)		
	Varetager al undervisningen alene ($N = 64$)	To lærere underviser hver for sig, men i samme forløb ($N = 124$)	To lærere underviser hver for sig i forskellige forløb/temaer ($N = 47$)
1. De to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men koordineres ikke.	2,0 (1,6)	2,8 (1,7)	3,9 (1,7)
2. De to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men udvælgelsen af indhold i det ene fag bliver påvirket af indholdet i det andet fag for at støtte hinanden.	5,3 (1,9)	5,4 (1,4)	4,7 (1,6)
3. Biologi er støttfag for kemi.	2,6 (1,9)	2,2 (1,5)	2,1 (1,3)
3. Kemi er støttfag for biologi.	3,7 (1,7)	3,7 (2,1)	4,0 (1,8)
5. I begge fag bliver form og indhold i undervisningen tilpasset efter arbejdet med en fælles overordnet problemstilling eller tema.	5,6 (1,7)	5,4 (1,5)	3,8 (1,6)
6. Biologi og kemi opløses som selvstændige fag og bliver i stedet to elementer i et fælles bioteknologifag.	4,5 (2,1)	3,3 (1,8)	3,3 (1,6)

[t]

Tabel 13: *Sammenhængen mellem forholdet mellem biologi og kemi og organiseringen af undervisningen.*

Faget bidrager til en meget større forenelighed mellem kemi og biologi, end hvis det var to separate fag. Der er dog nogle emner, hvor det er mest hensigtsmæssigt først at undervise i "ren kemi" hvor man derefter sætter det ind i de biologiske processer man støder på.

Koden *Faglig synergi* + hænger stærkt sammen med koden *Biotek identitet*, der indeholder udsagn om overvejelser om, hvad bioteknologi A's faglige identitet er eller skal være, for eksempel:

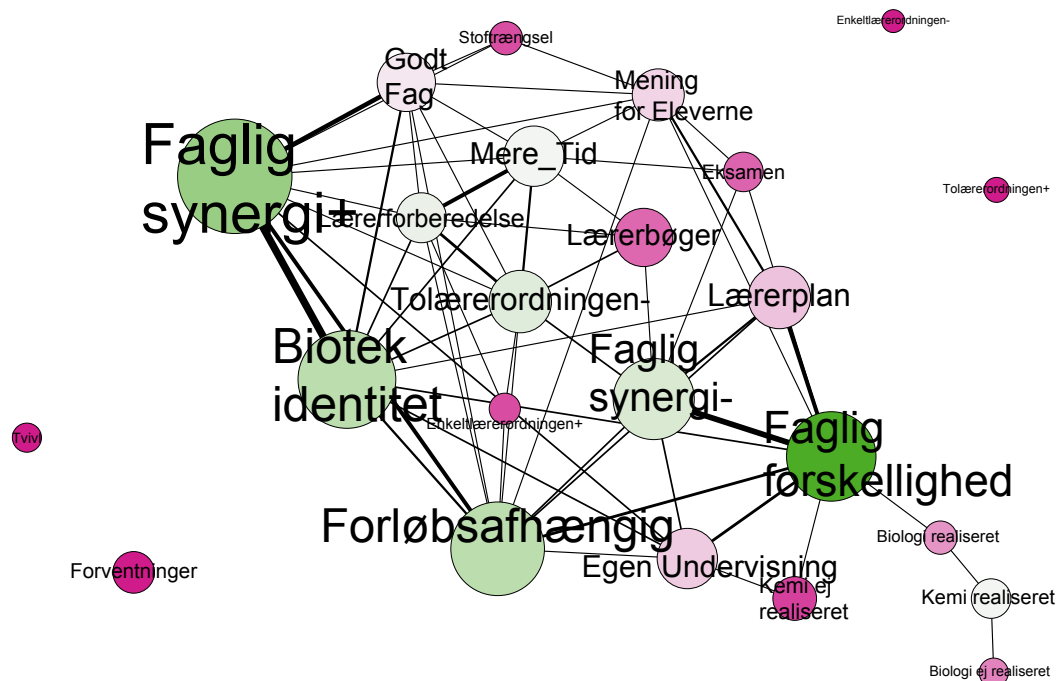
Min holdning til faget er at vi skal arbejde hen imod en tydelig og selvstændig identitet. Men at både kemisk og biologisk viden og kompetence er nødvendig for at nå målet.

Jeg er træt af diskussion om biologi og kemi. Jeg synes, at faget Bioteknologi skal have sin egen identitet med de bioteknologiske teknikker i centrum. Jeg prøver at gøre dette i min undervisning.

Jeg opfatter bioteknologi som ét fag, og jeg mener det er ødelæggende for undervisningen at forsøge at opdele det i en kemidel og en biologidel. Det er klart, at der

Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)				
	Hvilke fag underviser eller har du undervist i udover bioteknologi A?			Alle lærere
Udsagn fra spørgeskema	Biologi ($N = 70$)	Kemi ($N = 50$)	Biologi og kemi ($N = 114$)	Samlet gennemsnit ($N = 236$)
1. De to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men koordineres ikke.	3,1 (1,7)	3,2 (1,9)	2,4 (1,6)	2,8 (1,8)
2. De to fag bidrager med hvert deres faglige indhold, men udvælgelsen af indhold i det ene fag bliver påvirket af indholdet i det andet fag for at støtte hinanden.	5,4 (1,3)	5,3 (1,6)	5,1 (1,8)	5,2 (1,6)
3. Biologi er støttefag for kemi.	2,2 (1,5)	1,9 (1,3)	2,5 (1,7)	2,3 (1,6)
4. Kemi er støttefag for biologi.	3,3 (1,8)	4,4 (1,9)	3,8 (2,1)	3,8 (1,6)
5. I begge fag bliver form og indhold i undervisningen tilpasset efter arbejdet med en fælles overordnet problemstilling eller tema.	5,0 (1,7)	4,7 (1,7)	5,3 (1,8)	5,1 (1,7)
6. Biologi og kemi opløses som selvstændige fag og bliver i stedet to elementer i et fælles bioteknologifag.	3,0 (1,7)	3,3 (1,7)	4,1 (2,0)	3,6 (1,9)

Tabel 14: *Sammenhæng mellem undervisningsfag og syn på forholdet mellem biologi og kemi.*



Figur 13: *Netværk af koder vi har brugt til at beskrive lærernes uddybende kommentarer. Koder er forbundne, hvis de er blevet brugt til at kode samme svar. Jo flere gange to koder er blevet brugt sammen, desto stærkere er forbindelsen mellem dem i netværket.*

periodevis undervises i basal kemividen eller basal biologividen, og i den henseende fungerer biologi og kemi som støttefag for det bioteknologiske emne.

Koderne *Faglig synergig+* og *Biotek identitet* er begge stærkt forbundne til *Forløbsafhængig*, der indeholder udsagn, der giver udtryk for at faglig koordinering er forløbsafhængig, for eksempel:

Jeg ser ikke kemi/biologi som støttefag for hinanden, men som dele af biotekfaget. Mht. hvorvidt undervisningen tilpasses efter arbejdet med et fælles overordnet tema, så er det noget, der varierer. Der er tematiske forløb, hvor begge fag er fuldstændigt integrerede, og der er forløb, der er særfaglige, hvor der gennemgås specifikke fagfaglige emner.

Der er noget basisstof, der skal gennemgås, hvor det er svært at køre samme emne. Men de to fag kan ikke uden hinanden!

Denne triade mellem koderne *Faglig synergig+*, *Biotek identitet* og *Forløbsafhængig* kan tolkes som, at nogle af de tematiske forløb, der implementeres af lærere i bioteknologi A, giver god mulighed for at udfolde bioteknologi A som et tværfagligt fag. *Forløbsafhængig* er også forbundet stærkt til *Faglig forskellighed*, det vil sige udsagn, der indikerer, at kemi og biologi realiseres som distinkte fag i undervisningen i bioteknologi A. Til koden *Faglig forskellighed* hører blandt andet følgende udsagn:

Fagene har en meget forskellig tilgang til emnerne og det er tidskrævende at koordinere. Den skriftlige eksamen afspejler de to fags forskellige tilgange. Det er tydeligt,

hvornår eleverne skal svare kemisk og hvornår biologisk. Det er imidlertid problematisk for såvel lærere og elever at finde niveauet for besvarelsene, når man kommer bare lidt ud over sit eget fag.

Eleverne opfatter bio- og kemidelen forskelligt (når der er to lærere tilknyttet), og pga. læreplanen er det ikke muligt at koordinere bio- og kemidelen i tilstrækkeligt omfang.

Det betyder, at en række andre udsagn peger på, at i nogle tematiske forløb realiseres kemi og biologi som distinkte fag. *Faglig forskellighed* kan ikke overraskende også associeres til *Faglig synergi* - (det modsatte af *Faglig synergi* +). Til denne kode hører blandt andet følgende udsagn:

Det at vi har valgt at dele undervisningen op mellem to lærere har været med til at miste sammenhængen mellem kemi og biologi - jeg vil foretrække fremover at undervise hele faget selv.

Temaerne planlægges sammen, men de ender i hver sin retning. Blandt andet ender det som regel med at der skal bruges mere tid på at undervise systematisk i kemi uden at anvende det i forhold til temaet.

I netværket, der illustrerer lærernes perspektiv på forholdet mellem biologi og kemi i bioteknologi A, er det også væsentligt at bemærke et lille tema bestående af fire forbundne koder: *Mere tid*, *Lærerforberedelse*, *Tolærerordning* og *Lærebøger*. Det kommer for eksempel til udtryk på denne måde:

Konstruktionen er en fin idé, da de to fag hører rigtig fint sammen. MEN der er heller ingen tvivl om, at intentionen er næsten umulig at imødekomme med de praktiske udfordringer, der er, når man er to lærere med hver sit fag, kun ser eleverne en gang om ugen og skal koordinere emner, materialer, skriftligt og eksperimentelt arbejde.

I tolærerordningen (én kemi- og én biologilærer) har vi tæt kontakt, underviser efter samme bog og forsøger i det hele taget at få faget til at hænge så godt sammen, som muligt. Men dette er et tidskrævende arbejde på grund af tidsforbruget til koordination.

Disse koder illustrerer, at undervisningen i bioteknologi A kræver tid og forberedelse, og de som er utilfredse med tolærerordningen, forbinder gerne dette med netop manglende tid og mulighed for forberedelse.

Lærernes perspektiv på undervisningen i bioteknologi A

I spørgeskemaundersøgelsen er lærerne blevet bedt om at angive, hvad der kendetegner deres undervisning i bioteknologi A. Som vist i tabel 15, vurderer lærerne, at undervisningen i høj grad er tematisk, forbundet til virkeligheden og karakteriseret ved fælles faglige diskussioner. Desuden er undervisningen kendetegnet ved, at undervisningen er en vekselvirkning mellem fælles gennemgang og selvstændigt arbejde, og at eleverne løser opgaver alene eller sammen med andre. Undervisningen er ikke i nær så høj grad kendetegnet ved, at læreren laver demonstrationsforsøg, eller at eleverne arbejder med emner de selv har valgt. Der er ikke markante forskelle på undervisningen i bioteknologi A på stx og htx. Dog viser det sig, at eleverne i signifikant højere grad arbejder med emner, de selv har valgt, på stx end på htx om end at forskellen ikke er stor ($p < 0,05$).

Som det fremgår af tabel 16 er der forskel på undervisningen i forhold til, hvilke dele af bioteknologifaget læreren underviser i. De lærere, der udelukkende underviser i den kemiske del af bioteknologi rapporterer i signifikant højere grad end de lærere, der udelukkende underviser i den biologiske del af bioteknologi, at de anvender demonstrationsforsøg i undervisningen

Udsagn fra spørgeskema	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)		
	Htx (N = 41)	Stx (N = 185)	Alle lærere (N = 226)
1. Undervisningen er en vekselvirkning mellem, at jeg gennemgår noget, og at eleverne arbejder med noget selvstændigt.	5,8 (1,0)	5,9 (1,1)	5,9 (1,1)
2. Eleverne løser opgaver alene eller sammen med andre.	5,2 (1,4)	5,5 (1,2)	5,4 (1,3)
3. Jeg gennemgår stoffet på tavlen.	4,9 (1,1)	4,7 (1,4)	4,8 (1,3)
4. Eleverne laver selv forsøg eller eksperimentelt arbejde.	4,2 (1,2)	4,6 (1,2)	4,5 (1,2)
5. Jeg viser demonstrationsforsøg.	2,6 (1,3)	2,9 (1,30)	2,9 (1,3)
6. Eleverne laver øvelser eller opgaver på internettet.	3,6 (1,2)	3,7 (1,4)	3,7 (1,3)
7. Undervisningen bliver forbundet til virkeligheden.	5,3 (1,3)	5,4 (1,1)	5,3 (1,2)
8. Eleverne arbejder i grupper med emner de selv har valgt.	2,9 (1,0)	3,3 (1,3)	3,3 (1,2)
9. Jeg forklarer det, der står i bøgerne.	4,9 (1,4)	5,1 (1,3)	5,0 (1,3)
10. Eleverne får mulighed for at afprøve det, der står i bøgerne.	4,6 (1,4)	4,6 (1,2)	4,6 (1,2)
11. Vi har faglige diskussioner i timerne.	5,2 (1,4)	5,2 (1,4)	5,2 (1,4)
12. I undervisningen skal eleverne bruge viden fra forskellige fag til at løse en opgave.	4,7 (1,2)	4,3 (1,4)	4,4 (1,4)
13. Undervisningen er problemorienteret.	4,02 (1,5)	4,3 (1,3)	4,2 (1,3)
14. Undervisningen er tematisk bygget opbygget.	5,9 (1,1)	5,5 (1,2)	5,6 (1,2)

Tabel 15: *Sammenhængen mellem uddannelsesinstitution og hvad der kendetegner undervisningen i bioteknologi A.*

($p < 0,05$). De lærere, der underviser i den biologiske del rapporterede derimod i signifikant højere grad end de lærere, der underviser i den kemiske del, at 1. eleverne skal løse opgaver på nettet, 2. deres elever arbejder i grupper, med emner, de selv har valgt, 3. undervisningen er problemorienteret og 4. at undervisningen er tematisk opbygget ($p < 0,05$). Desuden viser det sig, at lærere, der underviser i den biologiske del samt lærere, der i både den biologiske og den kemiske del, at undervisningen, i signifikant højere grad end lærere, der underviser i den kemiske del angiver, at undervisningen i bioteknologi A er tematisk opbygget.

Tabel 17 viser, at både lærere, der udover bioteknologi underviser i biologi, og lærere, der udover bioteknologi underviser i kemi, rapporterer, at de i lav grad anvender demonstrationsforsøg i undervisningen. Dog anvender kemilærerne i signifikant højere grad end biologilærerne demonstrationsforsøg ($p < 0,05$). Biologilærerne rapporterede derimod i signifikant højere grad end kemi-lærerne, at 1) eleverne skal løse opgaver på nettet, 2) deres elever arbejder i grupper, med emner, de selv har valgt, 3) eleverne skal gøre brug af viden fra forskellige fag til at løse en opgave, 4) undervisningen er problemorienteret og 5) at undervisningen er tematisk opbygget ($p < 0,05$).

I spørgeskemaet er de respondenter, der har angivet, at de udover bioteknologi A også underviser i biologi og/ eller kemi, blevet bedt om at angive, i hvilken grad de vurderer, at deres undervisning i bioteknologi A adskiller sig fra deres undervisning i biologi og/ eller kemi.

I tabel 18 kan man se, at lærere, der underviser eller har undervist i biologi og/ eller kemi

	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)			
	Hvad underviser du i inden for bioteknologifaget?			Alle lærere
	Den biologiske del ($N = 79$)	Den kemiske del ($N = 66$)	Lige meget i den biologiske og den kemiske del ($N = 91$)	Samlet gennemsnit ($N = 226$)
1. Undervisningen er en vekselvirkning mellem, at jeg gennemgår noget, og at eleverne arbejder med noget selvstændigt.	6,0 (1,2)	6,0 (0,9)	5,8 (1,1)	5,9 (1,1)
2. Eleverne løser opgaver alene eller sammen med andre.	5,5 (1,3)	5,3 (1,2)	5,4 (1,2)	5,4 (1,3)
3. Jeg gennemgår stoffet på tavlen.	4,8 (1,5)	4,8 (1,3)	4,6 (1,3)	4,8 (1,3)
4. Eleverne laver selv forsøg eller eksperimentelt arbejde.	4,5 (1,3)	4,3 (1,2)	4,6 (1,0)	4,5 (1,2)
5. Jeg viser demonstrationsforsøg.	2,4 (1,2)	3,3 (1,3)	2,9 (1,3)	2,9 (1,3)
6. Eleverne laver øvelser eller opgaver på internettet.	4,0 (1,4)	3,2 (1,3)	3,8 (1,2)	3,7 (1,3)
7. Undervisningen bliver forbundet til virkeligheden.	5,5 (1,2)	5,2 (1,2)	5,4 (1,2)	5,3 (1,2)
8. Eleverne arbejder i grupper med emner de selv har valgt.	3,7 (1,3)	2,9 (1,0)	3,2 (1,2)	3,3 (1,2)
9. Jeg forklarer det, der står i bøgerne.	5,0 (1,3)	4,9 (1,3)	5,1 (1,3)	5,0 (1,3)
10. Eleverne får mulighed for at afprøve det, der står i bøgerne.	4,8 (1,2)	4,5 (1,3)	4,6 (1,1)	4,6 (1,2)
11. Vi har faglige diskussioner i timerne.	5,2 (1,4)	4,9 (1,5)	5,4 (1,3)	5,2 (1,4)
12. I undervisningen skal eleverne bruge viden fra forskellige fag til at løse en opgave.	4,4 (1,4)	4,1 (1,4)	4,6 (1,3)	4,4 (1,4)
13. Undervisningen er problemorienteret.	4,6 (1,4)	3,8 (1,2)	4,2 (1,3)	4,2 (1,3)
14. Undervisningen er tematisk bygget opbygget.	6,0 (1,0)	5,1 (1,2)	5,7 (1,1)	5,6 (1,2)

Tabel 16: *Sammenhæng mellem hvilken del af bioteknologilærerne underviser i og vurderingen af bioteknologiundervisningen.*

Udsagn fra spørgeskema	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)			
	Hvilke fag underviser eller har du undervist i udover bioteknologi A?	Alle lærere		
	Biologi ($N = 67$)	Kemi ($N = 48$)	Biologi og kemi ($N = 109$)	Samlet gennemsnit ($N = 226$)
1. Undervisningen er en vekselvirkning mellem, at jeg gennemgår noget, og at eleverne arbejder med noget selvstændigt.	5,9 (1,1)	6,0 (1,0)	5,8 (1,1)	5,9 (1,1)
2. Eleverne løser opgaver alene eller sammen med andre.	5,4 (1,4)	5,5 (1,0)	5,4 (1,3)	5,4 (1,3)
3. Jeg gennemgår stoffet på tavlen.	4,9 (1,4)	4,9 (1,3)	4,6 (1,3)	4,8 (1,3)
4. Eleverne laver selv forsøg eller eksperimentelt arbejde.	4,6 (1,2)	4,4 (1,0)	4,5 (1,2)	4,5 (1,2)
5. Jeg viser demonstrationsforsøg.	2,5 (1,2)	3,2 (1,4)	2,9 (1,3)	2,9 (1,3)
6. Eleverne laver øvelser eller opgaver på internettet.	4,1 (1,3)	3,2 (1,2)	3,6 (1,3)	3,7 (1,3)
7. Undervisningen bliver forbundet til virkeligheden.	5,5 (1,1)	5,1 (1,2)	5,3 (1,2)	5,3 (1,2)
8. Eleverne arbejder i grupper med emner de selv har valgt.	3,9 (1,3)	2,8 (1,1)	3,1 (1,1)	3,3 (1,2)
9. Jeg forklarer det, der står i bøgerne.	5,1 (1,2)	4,9 (1,4)	5,0 (1,2)	5,0 (1,3)
10. Eleverne får mulighed for at afprøve det, der står i bøgerne.	4,9 (1,2)	4,4 (1,3)	4,6 (1,1)	4,6 (1,2)
11. Vi har faglige diskussioner i timerne.	5,3 (1,4)	4,8 (1,3)	5,3 (1,4)	5,2 (1,4)
12. I undervisningen skal eleverne bruge viden fra forskellige fag til at løse en opgave.	4,6 (1,4)	3,6 (1,3)	4,3 (1,2)	4,4 (1,4)
13. Undervisningen er problemorienteret.	4,6 (1,4)	3,6 (1,3)	4,3 (1,2)	4,2 (1,3)
14. Undervisningen er tematisk bygget opbygget.	5,8 (1,1)	5,2 (1,3)	5,6 (1,1)	5,6 (1,2)

Tabel 17: *Sammenhæng mellem hvilke fag lærerne underviser i udover bioteknologi og vurderingen af bioteknologiundervisningen.*

Udsagn fra spørgeskema	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)		
	Htx (N = 35/34)	Stx (N = 144/128)	Alle lærere (N = 179/162)
Min måde at undervise på i bioteknologi A er anderledes end den måde, jeg før har undervist på i biologi.	4,2 (1,8)	4,3 (1,7)	4,3 (1,7)
Min måde at undervise på i bioteknologi A er anderledes end den måde, jeg før har undervist på i kemi.	4,4 (1,6)	4,9 (1,6)	4,8 (1,6)

Tabel 18: *Sammenhængen mellem uddannelsesinstitution og vurderingen af hvorvidt undervisningen i bioteknologi A adskiller sig fra undervisningen i henholdsvis biologi og kemi*

udover bioteknologi A, vurderer, at deres måde at undervise på i bioteknologi A i nogen grad er anderledes end den måde, de før har undervist på i biologi og/ eller kemi. Lærere, der udover bioteknologi A også underviser i kemi, vurderede i lidt højere grad end lærere, der udover bioteknologi A også underviser i biologi, at de underviser i bioteknologi på end anden måde end de før har undervist i biologi og/ eller på. Dette er dog en meget lille forskel. Det viser sig, at der ikke er nogen signifikante forskelle på, i hvilken grad lærere fra htx og stx vurderer, at deres undervisning adskiller sig fra deres undervisning i biologi og/ eller kemi.

I spørgeskemaet har de respondenter, der har angivet, at de udover bioteknologi A også underviser i biologi og/ eller kemi haft mulighed for at uddybe, hvordan deres undervisning i bioteknologi A adskiller sig fra deres undervisning i biologi og/ eller kemi. På baggrund af kodningen af de kvalitative data om lærernes perspektiv på, hvordan undervisningen i bioteknologi A adskiller sig fra undervisningen i biologi og kemi, fremkommer et netværk respondenternes besvarelser (figur 14).

Allerførst skal det nævnes, at koden *Anderledes* er så fremtrædende i netværksanalysen, at vi har fjernet den, fordi den blev anvendt til rigtig mange udsagn. Det betyder, at den i netværket bliver så dominerende at den utydeliggør vigtige nuancer i lærernes udsagn. Koden mudrer billedet. Effekten af at fjerne *Anderledes* fra netværket kan ses ved at sammenligne venstre side (med *Anderledes*) med højre side (uden *Anderledes*) på figur 14. Når vi har fjernet *Anderledes*, træder anvendelsesaspektet i bioteknologi frem. Den mest fremtrædende struktur er nu trekant *Praktisk anvendelse+*, *Tematisk+* og *Eksperimentelt+*. Til koden *Praktisk anvendelse+* hører udsagn, der handler om, at undervisningen i bioteknologi A har fokus på den praktiske anvendelse. Det kommer til udtryk på denne måde:

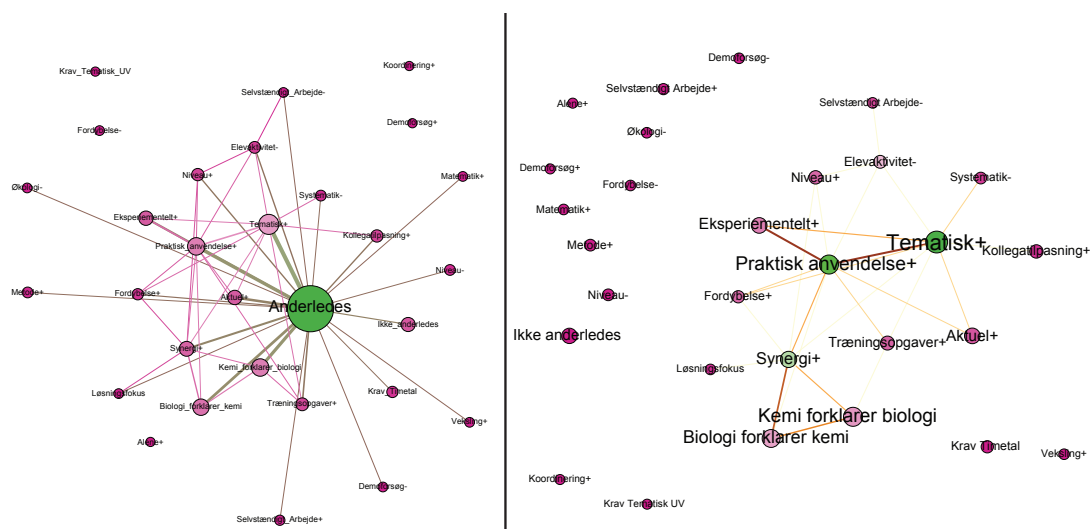
Der er endnu mere fokus på forsøg og anvendelse i min bioteknologiundervisning end i min biologi A undervisning. Men jeg synes også, at jeg skal bruge mere tid i klassen på at forklare svært stof, og der bliver lidt mindre tid til selvstændigt arbejde, for eksempel opgaveløsning.

Mere eksperimentelt orienteret undervisning. Mere praktisk, og anvendelsesorienteret. Mere rettet mod bioteknologisk industri. Mere baseret på materialer fra Internettet, herunder biotekvirksomheder og undervisningsmateriale fra DTU.

Koden *Tematisk+* indikerer, at undervisningen er tilrettelagt tematisk, for eksempel:

Undervisningen i bioteknologi er næsten altid tematiseret og foregår i tæt samarbejde med min kemikollega.

Jeg underviser mere tematisk i BT. Jeg har hele tiden fokus på bioteknologisk/biologisk anvendelser af den kemi, jeg underviser i. Benytter andre elevøvelser og demoforsøg



Figur 14: To netværk der beskriver lærernes uddybende svar på, hvad de mener adskiller undervisningen i bioteknologi A fra undervisningen i biologi og kemi. Forskellen på de to netværk er at vi til højre har fjernet den dominerende kode: Anderledes.

end i kemi. Er mere fokuseret på kemiske teknikker end jeg er i kemi. I forhold til kemi B benytter jeg mere opgaveregningen end rapporter pga. skriftligt.

Koden *Eksperimentelt+* indeholder udsagn om mere eksperimentelt arbejde/ flere forsøg i undervisningen i bioteknologi A:

Mere orienteret mod bioteknologiske problemstillinger og med flere praktiske biotekniske øvelser.

Temaerne er i højere grad bygget op omkring praktiske laboratorieforsøg, som strækker sig over længere perioder og som giver kendskab til en lang række eksperimentelle metoder. Biotek er et rigtigt metodefag.

Det tematiske og det praktisk anvendelige er vigtigt i bioteknologi A, og det ser ud til at understøttes af mere eksperimentelt arbejde. I netværket er *Faglig synergi+* koblet med koderne *Biologi forklarer kemi* og *Kemi forklarer biologi*. Det kommer blandt andet til udtryk på denne måde:

Min undervisning er mere problemorienteret, mere eksperimentelt arbejde. Jeg får kemi og biologi til at hænge sammen, helt modsat en Kemi B og biologi A studieretning. Flere ekskursioner til virksomheder og uni[versitetet], mindre i naturen.

Altid biologiske referencer i tankerne ved arbejde med et kemisk område. Kemien vendes lidt på hovedet - ikke så meget "opbygning nedefra" (atom, molekyle og så videre), men kemi ud fra hvad er relevant for at behandle et biologisk/bioteknologisk område. (Endnu) mere vægt på den organiske kemi end uorganisk kemi, tendens som allerede findes i kemifaget selv.

Ofte men ikke altid en bioteknisk vinkel på kemiundervisningen, så eleverne kan se relevansen af det, der gennemgås.

Et bud, på hvad faglig synergi er, kan være, at det er, når lærere oplever, at et indhold i det ene fag kan bruges til at belyse et indhold i det andet.

Udsagn fra spørgeskema	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)		
	Htx ($N = 43/45$)	Stx ($N = 187/191$)	Alle lærere ($N = 230/236$)
Jeg følte mig fagligt klædt på til at undervise i bioteknologi A første gang jeg underviste i faget	5,4 (1,8)	4,8 (1,2)	5,0 (1,8)
Jeg er interesseret i efteruddannelse i bioteknologi.	6,0 (1,6)	6,0 (1,6)	5,8 (1,6)

Tabel 19: *Sammenhæng mellem uddannelsesinstitution, faglige kvalifikationer og interessen for efteruddannelse. MULIG FEJL I SKEMA SE KURSIV.*

Kvalifikationer til at undervise i bioteknologi A

Respondenterne er også blevet spurgt om, i hvilket omfang de følte sig fagligt kvalificeret til at undervise i bioteknologi A, første gang de skulle undervise i faget. Som vist i tabel 19 vurderer både lærere fra stx og htx i høj grad, at de følte sig fagligt klædt på til at undervise i bioteknologi A. Der er ikke signifikante forskelle på lærere fra stx og htx. Desuden viser tabellen, at interessen for efteruddannelse blandt både stx- og htx-lærere er stor.

Som tabel 20 viser, er der forskel på, hvordan lærerne følte sig fagligt klædt på alt afhængig af, hvilke fag de underviser i udover bioteknologi A. Det viser sig, at lærere, der både underviser i biologi og kemi udover bioteknologi A i signifikant højere grad følte sig fagligt klædt på til at undervise i bioteknologi A sammenlignet med lærere, der udover bioteknologi A underviser i enten biologi eller kemi ($p < 0,05$).

I spørgeskemaet har respondenterne haft mulighed for at uddybe deres svar om kvalifikationer og efteruddannelse. Analysen viser, at der er mange forskellige koder i dette netværk, som bliver brugt meget. Derfor har vi kørt en grupperingsalgoritme (Blondel et al., 2008) på netværket. Algoritmen søger efter moduler af koder ved at optimere antallet af forbindelser, der er inde i modulet relativt til hvor mange, der er ude af modulet. Et modul i netværket kan altså ses som en gruppe af koder i netværket, der ofte nævnes i forbindelse med hinanden.

I dette netværk er der tre hovedgrupper. Den røde gruppe indeholder ønsker om praksisnære og fagdidaktiske kurser, gerne med et eksperimentelt indhold. De lærere som har svaret her giver grunde til deres stillingtagen, og de er generelt positive i deres kritik af kurserne. Til denne gruppe hører udsagn som disse:

Jeg har allerede været på efteruddannelseskurser og synes det har været interessant,

Udsagn fra spørgeskema	Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)		
	Hvilke fag underviser eller har du undervist i udover bioteknologi A?		
	Biologi ($N = 69$)	Kemi ($N = 49$)	Biologi ($N = 110$)
Jeg følte mig fagligt klædt på til at undervise i bioteknologi A første gang jeg underviste i faget	4,5 (1,7)	4,4 (1,8)	5,6 (1,7)
Jeg er interesseret i efteruddannelse i bioteknologi.	6,0 (1,7)	6,0 (1,4)	6,0 (1,6)

Tabel 20: *Sammenhæng mellem anden undervisning, faglige kvalifikationer og interessen for efteruddannelse.*

Gennemsnit, $\bar{x}$ (standardafvigelse, s)			
Udsagn fra spørgeskema	Htx (N = 44/43)	Stx (N = 183/177)	Alle lærere (N = 227/220)
Der er sammenhæng mellem bioteknologifagets mål og det, som eleverne bliver målt på til den skriftlige eksamen.	4,6 (1,6)	4,8 (1,5)	4,8 (1,5)
Der er sammenhæng mellem bioteknologifagets mål og det, som eleverne bliver målt på til den mundtlige eksamen.	5,3 (1,3)	5,0 (1,4)	5,1 (1,4)

Tabel 21: *Sammenhæng mellem uddannelsesinstitution og vurdering af sammenhængen mellem mål og eksamen*

Jeg er fuldt ud klædt på til den biologiske del, men ikke til den kemiske.

Der er en lille gruppe af udsagn, der viser, at nogle få har en bioteknologibaggrund, og de føler sig kvalificerede, mens nogle af dem med en kemibaggrund godt kan bruge mere biologi,

Som kemiker med fysik som andet fag mangler jeg i høj grad biologisk viden og har svært ved at se sammenhængen for faget Bioteknologi.

Sammenhængen mellem mål og eksamen

I spørgeskemaet er respondenterne blevet spurgt om, hvordan de vurderer sammenhængen mellem bioteknologifagets mål og det, som eleverne bliver målt på til den skriftlige og mundtlige eksamen.

Tabel 21 viser at sammenhængen mellem bioteknologifagets mål, og det, som eleverne bliver målt på ved den mundtlige eksamen, bliver vurderet en smule højere end sammenhængen mellem bioteknologifagets mål og det, eleverne bliver målt på til den skriftlige eksamen. Dette er dog en meget lille forskel.

En uafhængig t-test viser, at der ikke er nogen signifikant forskel på, hvordan lærere fra stx og htx vurderer sammenhængen mellem bioteknologifagets mål og den skriftlige og mundtlige eksamen.

Figur 16 viser det netværk vi har konstrueret på baggrund af kodningen af de kvalitative data om lærernes syn på sammenhængen mellem mål og eksamen.

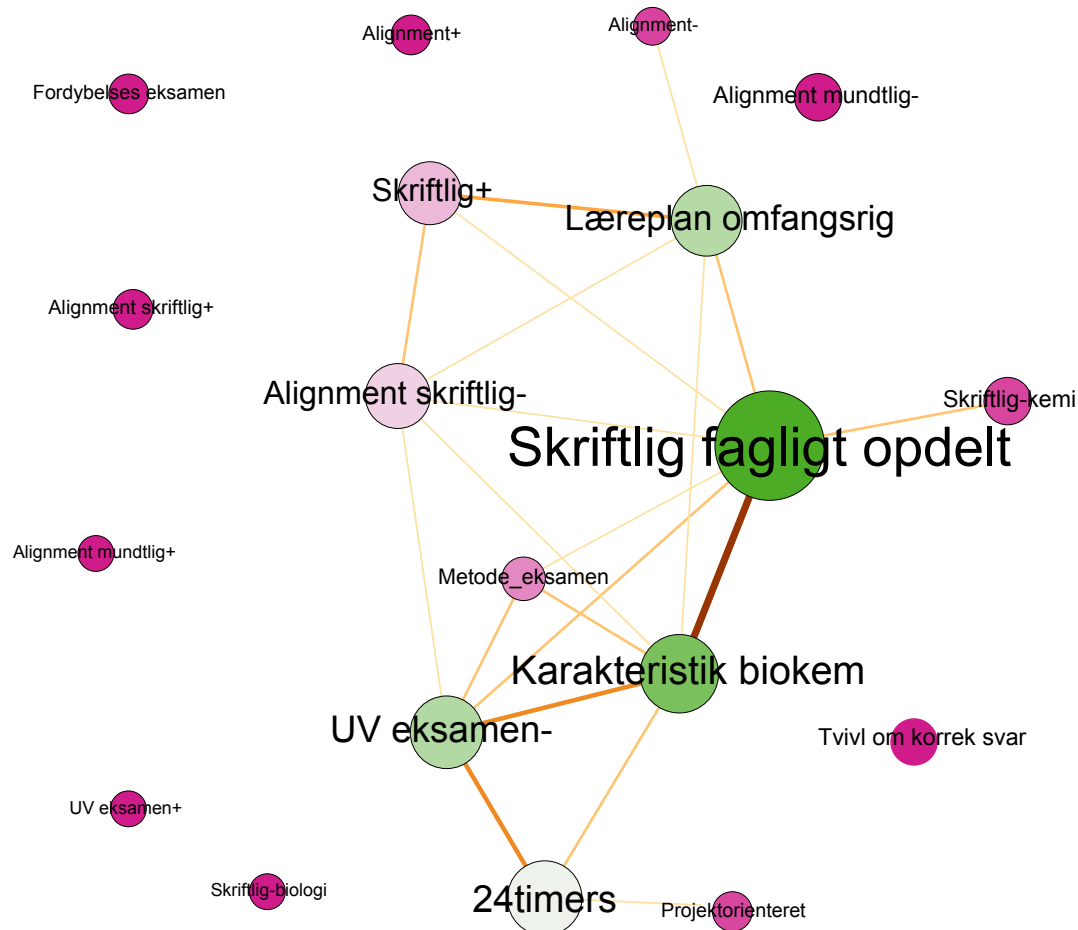
Netværket viser, at koden *Skriftlig faglig opdelt* er fremtrædende i lærernes udsagn. Det kommer til udtryk på denne måde:

Der er en tendens til, at den skriftlige eksamen er delt i kemi-og biologis spørgsmål.

Det er ofte tydeligt, at de skriftlige opgaver har en kemidel (som skal besvares ud fra kemifagets selvforståelse og tradition) og en biologidel (som skal besvares ud fra biologifagets ditto). Eleverne skal altså udover de vanlige skriftlige krav kunne overskue to fags forskellige krav til tilfredsstillende svar.

Lærerne karakteriserer ofte eksamenssættene ud fra biologiske eller kemiske overvejelser (*Karakteristik biokem*), og denne kode stærkt forbundet til koden *Skriftlig faglig opdelt*. Til koden *Karakteristik biokem* knytter sig følgende udsagn:

De kemiske spørgsmål oplever jeg som meget konkrete, og der forventes svar på en helt bestemt måde. En slags tjek på, om eleverne "kan deres stof" Svarene på de biologiske spørgsmål skal vise, om eleverne har forstået det faglige og om de kan anvende deres viden til at svare. Det er en helt anden genre.



Figur 16: *Netværk af koder vi har brugt til at beskrive lærernes uddybende kommentarer lavet på samme måde som tidligere viste netværk.*

De skriftlige eksamensopgaver i Biotek ligner en blanding af traditionel Bio-A-eksamensopgaver tilsat en del kemi.

Mange lærere ser ud til at mene, at der ikke er sammenhæng mellem undervisning og eksamen (*UV eksamen-*). Det kommer blandt andet til udtryk på denne måde:

En 24-timers mundtlig prøve (som kendes fra biologi) vil være en langt mere relevant prøveform end den nuværende, fordi der vil flyttes fokus over mod en mere bred brug af de mange aspekter, der er arbejdet med i den daglige undervisning, for eksempel vil en perspektivering komme meget bedre i spil ved at ændre den mundtlig prøveform.

Specielt den mundtlige eksamen ligger noget langt fra den daglige undervisning. En eksamen med 24 timers forberedelse, som man for eksempel kender fra biologi, vil være særdeles relevant i bioteknologi.

Kernestoffet bliver eleverne teste i ved den skr. eksamen. Men eksamen afspejler ikke den daglige undervisning, hvor vi benytter for eksempel internettet utroligt meget.

Lærerne ville hellere have eksamensformer, der lægger sig op ad undervisningen (24timers):

En 24-timers mundtlig prøve (som kendes fra biologi) vil være en langt mere relevant prøveform end den nuværende, fordi der vil flyttes fokus over mod en mere bred brug af de mange aspekter, der er arbejdet med i den daglige undervisning, for eksempel vil en perspektivering komme meget bedre i spil ved at ændre den mundtlig prøveform.

Der er stor vægt på det metodiske og anvendelsesorienterede perspektiv i læreplanen, og det egner den nuværende mundtlige eksamensform sig ikke til at måle.

I den øvre del af netværket er der en mindre gruppe af koder, med *Læreplan omfangsrig* som vigtigste kode. Den fortæller, at læreplanen er for omfangsrig, at den skriftlige eksamen er for svær, og at der mangler alignment mellem læreplan og eksamen. Det kommer blandt andet til udtryk på denne måde:

Mængden af kernestof der er presset ind i de tilgængelige timer er for stor. Der er meget pres på mht. at nå det hele samtidig med at eleverne får ordentligt greb om stoffet. Det er svært at give dem rutine i at bearbejde opgaver eller problemer indenfor den givne timeramme.

Ja, der er sammenhæng mellem det der står. Men når det er sagt, så synes jeg, at de faglige krav er alt for høje i forhold til det samlede timeantal for Bioteknologi A.

Læreplanen er meget omfangsrig. Den skr. eksamen er svær også fordi eleverne har vanskeligt ved at forholde sig til kemi og biologis lidt forskellige skr. traditioner.

Elevernes udbytte i bioteknologi A

Spørgeskemaet indeholder en række åbne spørgsmål om elevernes udbytte af bioteknologi A. Det drejer sig dels om, 1) hvad de fleste elever bliver gode til, 2) hvad de fagligt stærke elever især bliver gode til, 3) forskelle på udbyttet i bioteknologi A og biologi og 4) forskelle i udbyttet i bioteknologi A og kemi.

På baggrund af lærernes besvarelser af spørgsmålet om, hvad de fleste elever bliver gode til i bioteknologi A, fremkommer netværket vist i figur 17.

Lærernes svar peger på, at de fleste elever bliver gode til at arbejde tværfagligt mellem biologi og kemi. Det kommer blandt andet til udtryk på denne måde:

At tænke og arbejde tværfagligt

At se et emne både fra en kemisk og en biologisk synsvinkel

Til at tænke naturvidenskabeligt, og at anvende deres store naturvidenskabelige viden konstruktivt. De bliver gode til at skrive tværfaglige opgaver som SRP og AT-synopsen.

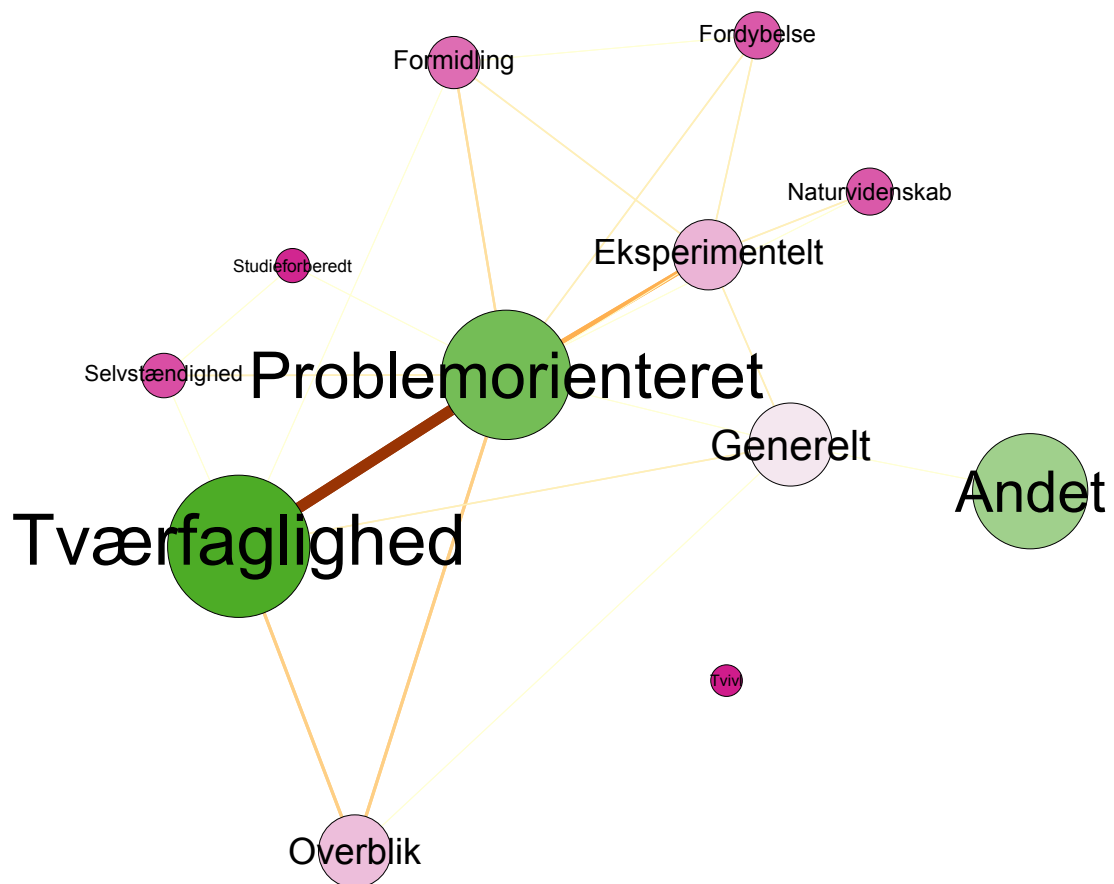
Der er en del lærere, som mener, at eleverne bliver gode til både kemi og biologi, hvilket kan ses fra det stærke link mellem de to kategorier:

At arbejde med kemi i biologiske systemer.

At forstå biologiske sammenhænge begrundet i en kemisk forståelse.

Eleverne bliver også gode til at arbejde eksperimentelt i laboratoriet:

Eksperimentelt arbejde, at løse problemstillinger, at forstå hvordan nye metoder indenfor bioteknologi udvikles og hvordan de kan anvendes, at se den samme sag både ud fra kemi og biologi. Det bliver gode til rigtig mange ting. Det er et SUPER fag.



Figur 17: *Netværk af koder vi har brugt til at beskrive lærernes uddybende kommentarer lavet på samme måde som tidligere viste netværk.*

De får en bred viden indenfor biologi og kemi. De får tilegnet sig laboratoriefærdigheder. De får lært at formidle eksperimenter og undersøgelser. De får lært at præsentere figurer og diskutere bioteknologiske problemstillinger.

Koden *Eksperimentelt* hænger sammen med, at eleverne er i stand til at sætte sig ind i bioteknologiske problemstillinger, for eksempel "De bioteknologiske processer". Det er også værd at bemærke, at lærerne vægter, at eleverne bliver gode til at arbejde problemorienteret, det vil sige til at overskue og arbejde med forskellige problemstillinger:

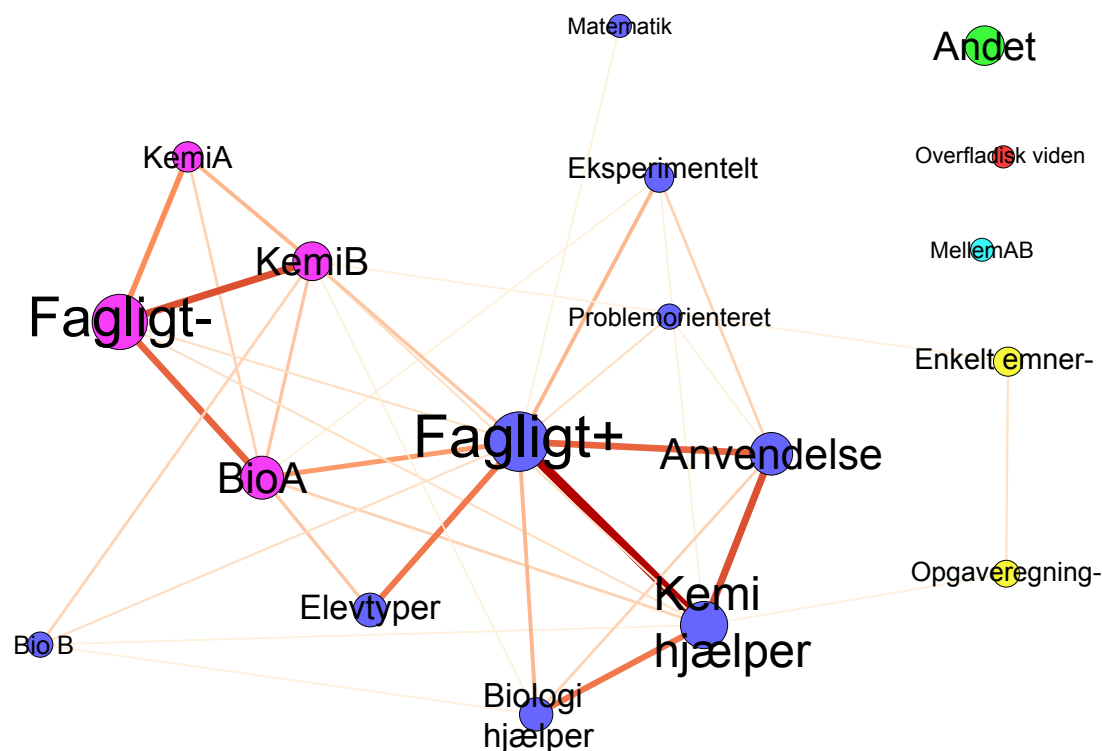
At arbejde frem mod løsninger af konkrete problemstillinger

At tolke biologiske data. at perspektivere naturfaglige problemstillinger til virkeligheden.

En mulig tolkning er, at det er gennem det eksperimentelle og problemorienterede arbejde, at eleverne lærer bioteknologi, og at det er noget, de fleste elever lærer.

På spørgsmålet om, hvad de dygtige elever især bliver gode til, nævner lærerne her primært, at eleverne især bliver gode til at arbejde tværfagligt og problemorienteret:

At integrere kemi i biologiske problemstillinger og omvendt.



Figur 18: Netværk af koder vi har brugt til at beskrive lærernes uddybende kommentarer angående hvordan udbyttet i bioteknologi A adskiller sig fra biologi og kemi.

At løse komplekse problemer som kræver viden fra begge fag.

Tværfaglig og anvendelses orienteret forståelse af kemien.

De to koder forbindes endvidere med, at eleverne bliver gode til at danne sig overblik over problemstillingerne, og det problemorienterede forbindes gerne til eksperimentelt arbejde, men også til at eleverne bliver gode til formidling og fordybelse.

Eksperimentelt arbejde, at løse problemstillinger, at forstå hvordan nye metoder indenfor bioteknologi udvikles og hvordan de kan anvendes, at se den samme sag både ud fra kemi og biologi. Det bliver gode til rigtig mange ting. Det er et SUPER fag.

Koderne, der drejer sig om udsagnene om, hvordan udbyttet i bioteknologi A adskiller sig fra biologi og kemi er integreret netværket vist i figur 18

Dette er et kombineret netværk af koderne til svarene for biologi og kemi. Koderne for biologi og kemi er fjernet i dette netværk, fordi de mudrer billedet. Derudover er forbindelser mellem koder, der er mindre end to fjernet for at klarlægge forskelle. Med disse tiltag kan man ved at køre en grupperingsalgoritme (Blondel et al., 2008) se, at der er to hovedgrupper og en lille satellitgruppe af koder.

Den største hovedgruppe har *Fagligt+* som største element, og det angiver at mange af lærerne mener, at eleverne i bioteknologi er fagligt stærke. Det er koblet til udsagn, der angiver, at kemi kan hjælpe til at forstå biologi (*Kemi hjælper*) og til, at eleverne bliver gode til at tænke i anvendelse:

De får større udbytte, fordi kemien bliver sat ind i en bioteknologisk sammenhæng så de kan se relevansen af kemien.

Eleverne har virkelig gavn af at kunne mere kemi, da meget af biologien kræver noget kemi som almindelige biologiB og -A elever ikke har. Forståelsen bliver langt bedre. Samtidig taler biotek til nogle lidt mere målrettede elever hvilket højner niveauet for hele klassen.

Der er mulighed for mere fordybelse, og de har en større forståelse for mange ting i biotek, fordi de har en større og dybere kemisk viden.

Igen ser vi, at biologi også kan hjælpe til at forstå eller rammesætte kemien, hvilket igen illustrerer synergien mellem de to fag i bioteknologifaget. Der er også en stærk kobling mellem fagligt stærke elever i bioteknologi og de elevtyper der vælger bioteknologi. Det kunne betyde, at lærerne også ser bioteknologielever, som nogen der i forvejen er dygtige:

Generelt synes jeg at de bliver dygtigere, men det tror jeg primært hænger sammen med den elevtype som BT tiltrækker. Generelt nogle arbejdsomme elever der har viljen til at kæmpe med stoffet til brikkerne falder på plads.

Koden *Fagligt+* er ikke forbundet særlig stærkt til koden *Fagligt-*, hvilket angiver, at der i høj grad er tale om to forskellige grupper af lærere. De lærere, som mener, at eleverne ikke er fagligt stærke, sammenligner mest med biologi A og kemi B og også til kemi A. Disse lærere tager altså ikke hensyn til det eksperimentelle, det anvendelsesorienterede og til synergieffekterne, men sammenligner udelukkende med de faglige krav i andre fag:

Sammenligning med studieretningen Bio-A + Kemi-B (som vi havde tidligere): Udbyttet i Bioteknologi er klart dårligere i biologi. Dels fordi biologifaget er nedtonet, dels fordi det samlede timetal er blevet mindre.

Biologi A-eleverne når et højere naturvidenskabeligt niveau (også dem som ikke har kemi B). Timetal spiller selvfølgelig ind.

De bliver ikke bedre end Biologi A elever til biologi generelt. Eneste område hvor de måske er bedre, er i de[t] klinisk eksperimentelle arbejde.

I bioteknologi A kommer eleverne (ifølge bekendtgørelsen) op på kemi B niveau. Det gør de ikke i praktisk. Det er der slet ikke tid til i faget.

Sammenligning med studieretningen Bio-A + Kemi-B (som vi havde tidligere): Udbyttet i Bioteknologi er også her klart dårligere i kemi. Årsagen er at det samlede timetal er blevet mindre. Vi får ikke tid til at give eleverne den rutine, som de fik i et rent Kemi-B.

Det sidste, man bemærker, er, at anvendelsesaspektet er koblet (svagt) til koderne enkelt emner - og opgaveregning -. Det kunne tyde på, at anvendelsesaspektet kan gå ud over fordybelsen i enkelte emner og i elevernes evner til at regne opgaver.

INTERVIEWS

Interview: Lærere

Sammenfatning

De interviewede lærere giver generelt udtryk for, at de ser bioteknologi A som et spændende fag, der rummer mange muligheder for elever og lærere, men de peger også på, at der er flere udfordringer forbundet med den praktiske implementering af faget. Analysen af interviewene peger ikke på væsentlige forskelle mellem lærere fra stx og htx.

Lærerne opfatter bioteknologi A som et aktuelt fag, der giver både elever og lærere mulighed for at beskæftige sig med bioteknologiske problemstillinger med stor samfundsmæssig relevans. Lærerne fremhæver det anvendelsesorienterede aspekt, fagets fokus på metoder og teknikker og koblingen mellem biologi og kemi. Desuden ser lærerne gode muligheder i den tematiske undervisning, fordi den lægger op til en anvendelsesorienteret tilgang og en kobling mellem biologi og kemi.

I implementeringen af bioteknologi A er lærerne stødt på flere udfordringer. De lægger vægt på, at bioteknologi A er et stort fag, og flere påpeger, at mangel på tid er en gennemgående udfordring. Samtidig peger flere lærere på, at det er en udfordring i bioteknologi A både at arbejde anvendelsesorienteret og at sikre elevernes grundlæggende kompetencer.

I den kemiske del af bioteknologi A er det især en udfordring at sikre, at eleverne tilegner sig tilstrækkelige kompetencer i den grundlæggende kemi, mens det i den biologiske del kan være svært at nå i dybden med de faglige problemstillinger. Flere lærere påpeger, at det er en generel udfordring i bioteknologi A både at arbejde anvendelsesorienteret og at sikre elevernes grundlæggende kompetencer.

Lærerne giver generelt udtryk for, at biologi og kemi i høj grad kobles sammen i bioteknologi A, men at det kan være en udfordring for faget at blive et samlet bioteknologifag. Lærere påpeger, at læreplan og lærebøger afspejler en opdeling af bioteknologi A i biologi og kemi, og at tolærerordningen kan betyde, at undervisningen bliver opdelt i en kemidel og en biologidel.

Tre af de interviewede lærere underviser alene i faget, mens de øvrige underviser sammen med en kollega. Flere lærere ser fordele ved muligheden for faglige diskussioner og sparring med en kollega om undervisningen, mens andre ville foretrække at undervise alene i faget. Lærerne er enige om, at det tager tid, når to lærere skal koordinere undervisningen i et fag, og det er især den daglige koordinering, der er en udfordring. Desuden kan lærere have forskellige tilgange til undervisningen, og det kan derfor være svært at skabe en sammenhængende undervisning for eleverne. Lærere, der har undervisningskompetence i enten biologi eller kemi, påpeger, at det er en udfordring, at de ikke er fagligt kompetente til at undervise i hele bioteknologifaget.

Metode

I denne del af rapporten præsenterer vi lærernes perspektiv på implementeringen af bioteknologi A, som det kommer til udtryk i interviews med udvalgte lærere. Formålet med interviewene er at udfolde de temaer, der kom til udtryk i spørgeskemaundersøgelsen blandt lærerne i bioteknologi A. Analysen af interviewene fokuserer på,

- hvad der kendetegner bioteknologi A som fag,
- hvordan de mener, at bioteknologi A adskiller sig fra biologi og kemi,
- lærernes pædagogiske overvejelser om at undervise i faget og
- deres erfaringer med samarbejde i faget.

Udvælgelsen af interviewpersoner er sket på baggrund af en indledende analyse af dele af de kvantitative data i spørgeskemaundersøgelsen blandt lærerne. I udvælgelsen af interviewpersoner har vi søgt at sikre bredde både i lærernes besvarelser af spørgeskemaet og demografiske data. Undersøgelsens omfang taget i betragtning har vi valgt at udvælge omkring 10 lærere.

Spørgeskemaundersøgelsen indeholder blandt andet to sæt af lukkede Likert-skala spørgsmål (spørgsmål 7 og 8 i spørgeskemaet (se Supplerende Materiale, Afsnit 3). Det ene sæt (spørgsmål 7) spurgte til, hvordan lærerne oplevede det faglige forhold mellem biologi og kemi, når de underviser i bioteknologi A. Det andet sæt spørgsmål (spørgsmål 8) handler om, hvad der kendetegner lærernes undervisning i bioteknologi A.

Første del af udvælgelsen af lærere er foretaget ved at sammenligne alle læreres besvarelser på spørgsmål 7 og separat også alle læreres besvarelser på spørgsmål 8. Vi har defineret et mål, L , for hvor meget to besvarelser er lig hinanden. Hvis to lærere svarer præcis det samme i alle seks underspørgsmål i spørgsmål 7 vil de få en lighedsgrad, $L = 6$. Hvis de ikke svarer det samme i nogle af dem, vil lighedsscoren være $L = 0$. Hvert svar, hvor to lærere er enige, bidrager med værdien 1 til L . Formelt er $L_{ij} = \sum_{l=1}^7 \delta(n_i^l, n_j^l)$ for spørgsmål 7, hvor $\delta(n_i^l, n_j^l) = 1$, hvis to besvarelser på et Likert-skala spørgsmål er ens og $\delta(n_i^l, n_j^l) = 0$ ellers. Tilsvarende analyse er foretaget for spørgsmål 8, som har 14 underspørgsmål.

Det er svært at vurdere hvor ens to besvarelser er uden at sammenligne med resten af besvarelserne. Derfor sammenligner vi to læreres lighedsscore med resten af lighedsscorerne til at finde ud af om en given lighedsscore er signifikant anderledes end gennemsnittet af over alle mulige par af lærere. Z-scoren er defineret som: $Z_{ij} = \frac{L_{ij} - \bar{L}}{\sigma_L}$. Z_{ij} fortæller hvor mange standardafvigelser en given lighed er større (eller mindre) end gennemsnittet. Inspireret af Maslov og Sneppen (2005) tager vi en værdi på $Z_{ij} > 1.96$ som grænsen for om lighedsværdi er signifikant.

Ud fra de lighedsscorer mellem lærere med $Z_{ij} > 1.96$ udarbejdede vi to lighedsnetværk med det formål at finde forskellige grupperinger af lærere ud fra, hvordan de svarer. For at finde grupperingerne brugte vi en computeralgoritme (Blondel et al., 2008), som er designet til at finde grupperinger i netværk.

I hver af disse grupperinger har vi valgt den person med flest forbindelser (ligheder) til andre i gruppen. Det har vi gjort for begge lighedsnetværk. Det giver to lister med i alt 25 forskellige lærere. Ud fra disse 25 har vi valgt ni lærere, seks fra stx og tre fra htx, der udover bioteknologi A enten underviser i kemi, biologi eller både biologi og kemi. Samtidig har vi søgt at sikre en geografisk spredning blandt de udvalgte lærere.

Interviewene er gennemført som semistrukturerede kvalitative telefoninterviews. Der er udarbejdet en spørgeguide til interviewene (Se Supplerende Materiale, Afsnit 4), og der er taget noter under interviewene. Interviewene er optaget på diktafon, lyttet igennem og vigtige citater er udskrevet i deres fulde længde. Der er foretaget en tematisk analyse af interviewene på baggrund af noter fra interviewene og udskrifter af vigtige citater.

De udvalgte lærere fra stx har en baggrund som cand.scient. i biologi og/eller kemi eller biokemi. De udvalgte lærere fra htx har en baggrund som civilingeniør eller cand.scient. i kemi eller biologi. Lærernes erfaring med at undervise i bioteknologi A spænder fra mindre end et år til mere end fire år.

Analyse

Lærerne giver generelt udtryk for, at de synes, det er spændende at undervise i bioteknologi A. De lægger vægt på, at de får mulighed for at sætte sig ind i et nyt fagområde, i nye og aktuelle problemstillinger og at bruge det i undervisningen, så det kommer eleverne til gode. En lærer udtrykker det på denne måde:

Altså, bioteknologi er jo oppe i tiden, og der sker jo rigtig meget på det her område[...]der bliver skrevet en hel del artikler, der kommer fra universiteterne. Så man har nogle muligheder for at inddrage noget for eleverne, også noget nutidig forskning. Det er lettere i bioteknologi, end det er i kemi. (lærer, htx)

Muligheden for at udvikle egen faglighed er også fremtrædende i lærernes perspektiv på, hvilke muligheder bioteknologi som fag giver dem. Det kommer for eksempel til udtryk på denne måde:

Som underviser giver det mig mulighed for at sætte mig ind i nye ting og nye problemstillinger. Og det er jo også et fag, hvor man siger, at her skal vi følge med i, hvad der sker, fordi det jo er et område, der går så utrolig stærkt. Så der er det jo spændende at følge med i nyeste tidsskrifter og forskning, og så videre. Hvad er det, der sker på området. (lærer, htx)

Lærerne fremhæver, at eleverne med faget udvikler naturvidenskabelige kompetencer, og at de får mulighed for at få indblik i nye fagområder og ikke mindst adgang til mange videregående uddannelser:

[Eleverne får mulighed for]... at få et indblik i en række fagområder, de kan begynde at specialisere sig i, altså i form af en videregående uddannelse efter studentereksamen. Jeg håber, at det åbner deres øjne og deres sind for, den rigdom af muligheder der er." (lærer, stx)

Ifølge lærerne fungerer undervisningen i bioteknologi A godt, når undervisningen er relateret til elevernes hverdag, og når undervisningen veksler mellem teori og forsøg. Lærerne fremhæver især undervisning i bioteknologi A, hvor der er mulighed for at kombinere biologi og kemi i tematiske forløb:

Altså, det fungerer godt, hvis det relaterer sig til elevernes hverdag [...] og hvor der er ting, man kan vise dem, så det ikke bliver ren teori [...] Og så hvis der er nogle opgaver, de kan klare, og som kombinerer både teori og praksis [...] en passende blanding af biologi og kemi og en passende blanding af teori og praksis, det synes jeg virker bedst. (lærer, stx)

At det at vi kørte det op på et tema, så fungerede det fint, det her med, at vi lavede det dér parløb, at hun [biologilæreren] tog noget om selve processen [...] meget mere i detaljer, end jeg gør, og jeg kunne så gå mere i dybden i forhold til den kemiske del af det. (lærer, htx)

Nogle af de lærere, som udover bioteknologi A, enten underviser i biologi eller kemi, giver udtryk for, at de mangler eller har manglet kompetencer inden for det andet fag. Der er simpelthen områder af bioteknologifaget, som de ikke er hjemme i:

Det har givet mig nogle faglige udfordringer, fordi jeg synes måske, at det lå lidt langt væk med den biokemidel, så jeg har taget nogle efteruddannelseskurser, hvor jeg har hentet lidt på det der med enzymgenetik, det lå lidt langt væk. (lærer, stx)

Og så er man selvfølgelig inden for et område, hvor man nogen gange kommer ind og skal snakke om nogle ting, hvor man måske ikke er helt på hjemmebane, hvor man også selv skal til at sætte sig ind i, hvad er lige helt biologien? (lærer, htx)

Lærere påpeger for eksempel, at det er et problem, at de ikke kan regne alle opgaver i bioteknologi A.

Hvad kendetegner bioteknologi A som fag?

I interviewene er lærerne blevet spurgt om, hvad de mener, der kendetegner bioteknologi A som fag. Ifølge lærerne er bioteknologi A kendetegnet ved at koble biologi og kemi, at være mere anvendelsesorienteret, mere eksperimenterende og at have mere fokus på metoder og teknikker end biologi og kemi:

Jamen, det er nok den der kobling mellem biologi og kemi, og så den der anvendelse. Altså, hvad er det man kan bruge det til? Selvfølgelig gør biologi og kemi også det hver for sig, men altså [...] det er den der, at det hænger sammen og det der teknologiske, det er der lidt mere af i bioteknologien. At man prøver at kigge lidt mere på de dér teknikker, der er inden for bioteknologien. (lærer, stx)

En lærer påpeger, at bioteknologi A hviler på en anden fagtradition, der bevæger sig væk fra grundforskningen mod den anvendelsesorienterede forskning:

Det er sådan meget mere produktions-mindet, men derfor skal man jo stadig have styr på sin grundlæggende naturvidenskab, både inden for fysik og kemi og matematik og biologi og være god til det. Men det er mere det dér, at det har den dér, altså, at det mere er mindet væk fra grundforskningen og så over til noget anvendelsesorienteret [...] (lærer, stx)

Lærerne giver generelt udtryk for, at de ser gode muligheder for faglig synergi mellem biologi og kemi i bioteknologi A, som for eksempel denne lærer:

Jeg er rigtig glad for at undervise i det, og jeg synes, at det giver en rigtig god sammenhæng mellem det biologiske og det mere kemiske. Man kan forklare tingene betydelig bedre, end man for eksempel kan i biologien, når man skal have den kemiske del ind over. Og jeg synes, at det virker som om eleverne forstår det lidt bedre. (lærer, htx)

Nogle lærere giver udtryk for, at det er en udfordring at integrere biologi og kemi i bioteknologi A, så det bliver ét fag. En lærer ser en opdeling af læreplanen i en biologidel og en kemidel, og det begrænser muligheden for faglig integration:

Jeg har lidt svært ved at se det sådan som en samlet pakke, som et nyt fag [...] Det er jo lidt som om, at man har taget lidt af fagplanen for biologi og kemi, og så har man stykket det sammen og sagt, nu tager vi lidt af det og lidt af det, og så kalder vi det bioteknologi. (lærer, htx)

Denne lærer påpeger også, at lærebøgerne lægger op til en tydelig opdeling i biologi og kemi, der begrænser muligheden for faglig integration mellem fagene:

Altså, jeg vil jo meget gerne tænke det som ét nyt bioteknologifag, men jeg synes, at den måde lærebøgerne er bygget op på, det ligger meget op til, at nu snakker vi biologi og nu snakker vi kemi. Det er meget delt op, så nogle sider i lærebogen er jo decideret kemi, som lægger op til, at nu kommer der en kemilærer og fortæller om de næste 10 sider, ikke? (lærer, htx)

Hvordan adskiller bioteknologi sig fra biologi?

I interviewene er lærerne også blevet spurgt om, hvad der adskiller bioteknologi A fra biologi og kemi. I sammenligningen mellem bioteknologi og biologi fremtræder koblingen mellem biologi og kemi, det anvendelsesorienterede aspekt og fokus på metoder og teknikker i lærernes udsagn:

Og i bioteknologi, der går vi mere i dybden med metoderne, teknologien, og i biologien, der går vi måske mere i dybden med at perspektivere og sådan noget [...] en lidt mere teoretisk tilgang." (lærer, stx)

En lærer påpeger, at det teknologiske aspekt også indgår i biologi, men i biologien er koblingen til kemien ikke så fremtrædende som i bioteknologi A:

De lægger jo op til, at man skal have noget bioteknologisk produktion i biologi, men jeg føler bare ikke, at man får helt den samme forståelse af det. Man er ikke helt med på, at man skal have de kemiske ting med på samme måde, når man er i gang med biologi. Så hvis det bliver alt for meget med sådan bindinger og forskellige grundstoffer og sådan noget [...] Det er lidt sværere at få ind i biologi. (lærer, htx)

Nogle af de lærere, der udover bioteknologi A også underviser i biologi, giver udtryk for, at de ikke ser anderledes på biologi som fag, efter de er begyndt at undervise i bioteknologi A. Andre fortæller, at det, at de nu underviser i bioteknologi, har smittet af på deres biologiundervisning. Disse lærere nævner, at de for eksempel bruger flere forsøg i biologi, i højere grad kobler biologi og kemi og inddrager matematik i biologiundervisningen, som denne lærer udtrykker det:

[...]min biokemiske interesse, den bliver måske skærpet af at have bioteknologi, og jeg får måske en lille smule mere fokus på det i min egen undervisning. Jeg tror faktisk også, at jeg har fået lidt mere interesse og fokus på at inddrage matematik i undervisningen [...](lærer, stx)

Generelt påpeger lærerne, at bioteknologi A er et stort fag, der medfører, at det kan være vanskeligt at nå i dybden med faglige problemstillinger på samme måde som for eksempel i biologi A. Lærere, der udover bioteknologi A også underviser i biologi, udtrykker det på denne måde:

Altså, der ligger en hel masse mere biologi i biologi A-faget end der gør i bioteknologi. Også fordi det ikke er et fuldt biologi A fag, man får som bioteknolog. Så man har et større emnefelt i biologien, end man har i bioteknologien, så man har skraldet noget af. (lærer, stx)

Altså, biologi, der tager du jo og giver eleverne en bred viden inden for de her områder, fysiologi, genetik, sygdomme, immunforsvar, og så videre, ikke? Så med den måde biologi er bygget op på, der får du altså mulighed – hvis du kan køre det både på B og A-niveau, virkelig at komme dybt ind i biologien, og give dem et rigtig godt overblik og forståelse og mulighed for at diskutere biologiske ting og artikler og sådan nogle ting, så der er mere plads i kernestoffet til at komme i dybden med mange ting, fordi der ikke er så mange forskellige emner som i bioteknologi. (lærer, htx)

Nogle stx-lærere, der udover bioteknologi A, også underviser i biologi A, giver udtryk for, at der er et stort overlap mellem bioteknologi A og biologi A, og at de derfor kan have svært ved at se, hvorfor bioteknologi A som fag er nødvendigt. De giver udtryk for, at der er konkurrence mellem de to fag:

[...]for jeg synes, at det er en skam, at man har skabt sådan et [...]ja, jeg vil næsten kalde det en bastard her, når der ligger to store kæmpe gode muligheder allerede i gymnasiet i forvejen, biologi A plus kemi B, eller biologi B og kemi B og kalder det for en bioteknologisk studieretning. (lærer, stx)

Jamen, fordi det prøver at være noget helt andet, og så er det blevet ophøjet til at være adgangsgivende, og på bekostning af biologi A, som jeg synes er meget mærkeligt, så det er sådan lidt forfordelt [...]og så i virkeligheden meget det samme. På den måde er det lidt pseudo, at det skal være så forskellige [...], at det ene er adgangsgivende, men det andet er ikke, men det er stort set det samme. Det har vi svært ved at forstå og forklare eleverne. (lærer, stx)

En stx-lærer, der udover bioteknologi A også underviser i biologi, bemærker, at det er en generel udfordring for lærerne at tænke bioteknologi som et nyt fag, hvor eleverne ikke nødvendigvis skal kunne det samme som i biologi A:

Her [i bioteknologi A] er man hele tiden ude i at hente viden, at plukke i viden, for at det kan passe til den der teknologi man nu er i gang med [...]og det emne man er i gang med. Så jeg synes nogle gange, at de må have nogle huller, som hvis jeg fik dem efterfølgende, så ville jeg tænke, det var da mærkeligt, at de ikke har lært det i biologien [...]men det er jo også et fag i sig selv. Det er bare fordi vi tænker i nogle eksisterende fag, der har været i mange år. (lærer, stx)

Hvordan adskiller bioteknologi sig fra kemi?

I sammenligningen mellem bioteknologi og kemi er det også koblingen mellem biologi og kemi og det anvendelsesorienterede aspekt, der kommer til udtryk hos lærerne:

Altså, også at man får brugt kemien mere i biologien, og man egentlig også får uddybet eller brugt noget interessant kemi, så man kigger på nogle biologiske systemer, og så synes jeg, at eleverne bliver – i og med at de har biologi og kemi så tæt sammen – de bliver bedre til at bruge kemien og ligesom se sammenhængen. (lærer, stx)

Og det er jo fordelene ved bioteknologien, når den kører godt, at man relaterer sin kemi direkte til biologiundervisningen, så det bliver et godt støttefag, og de kommer til bunds med kemien, så de forstår den, så det ikke bare bliver ren papegøjesnak, hvor de ved, hvad de skal sige, men måske ikke forstår det [...](lærer, stx)

Lærere, der underviser i den kemiske del af bioteknologi A giver udtryk for, at der er grundlæggende områder inden for kemien, som udgør en fællesnævner for kemi og kemidelen af bioteknologi A:

Bioteknologien gør, at kemien bliver biologisk. Men altså, de dér grundlæggende ting i kemi, der er det jo lige meget, om det er bioteknologi eller almindelig kemi [...]. Så på en måde er det det samme, men på en anden måde så bliver det lidt forskelligt. (lærer, stx)

Lærere, der udover bioteknologi A også underviser i kemi, giver generelt udtryk for, at de ikke ser anderledes på kemi som fag, efter de er begyndt at undervise i bioteknologi A. Kemiundervisningen fokuserer på den almene kemi og kobler ikke nødvendigvis så tæt til biologien, som det er tilfældet i bioteknologi A. En lærer betegner kemi som et værktøjsfag i bioteknologi A:

[...]kemi er et rigtig godt værktøjsfag, og et værktøj til at få dybere forståelser på en række områder [...] Hvis det er ren kemi, så har vi mere travlt med at regne. Og der har vi også mere tid til at regne, end vi har i bioteknologi [...](lærer, stx)

Den tydelige kobling mellem biologi og kemi betyder, at undervisningen i den kemiske del af bioteknologi A må tilrettelægges anderledes end i undervisningen i kemi alene, blandt andet ved at inddrage andre emner i kemidelen i bioteknologi A. En lærer udtrykker det på denne måde:

Ja, man er jo nødt til ikke bare at tænke som kemilærer og på kemiprocesser, man er også nødt til at se, hvordan det hænger sammen med bioteknologien. De der lidt mere biologiagtige ting, de skal jo hives ind [...] og det er jo usædvanligt, når man normalt kun underviser i kemi. Så der er i hvert fald nogle elementer, som man er nødt til at trække ind i undervisningen, som jeg normalt aldrig ville have taget ind i undervisningen [...] For eksempel enzymer, enzymstrukturer, strukturer af de makromolekyler, der findes i cellerne, og deres måde at reagere på, og for eksempel hvordan enzymerne virker, det ville man nok ikke gøre ret meget ud af i almindelig kemiundervisning. Det drejer mere over i sådan den biologiske side af kemien, hvor det måske sådan mere er den almene kemi, man bruger i kemiundervisningen.” (lærer, stx)

Lærere, der underviser i kemidelen af bioteknologi A, giver udtryk for, at det er en udfordring at sikre, at eleverne tilegner grundlæggende kompetencer inden for kemi:

Altså, på den ene side, så skal man have anvendt kemien, men de skal jo også lære noget grundlæggende kemi, fordi de går ud fra at skulle være på samme niveau som niveau-B eleverne, så på den måde giver det nogle udfordringer som lærer, jamen, vi skal også have lært noget grundlæggende kemi. (lærer, htx)

Jeg gør rigtig meget for at systematisere kemien, så de får en meget meget systematisk gennemgang af de grundlæggende ting, og så hele tiden går jeg tilbage til det grundlæggende, når jeg hænger det op på det dér mere biologisk svære faglige noget [...] (lærer, stx)

En lærer ser det som en udfordring at finde lærebøger, der tilstrækkeligt dækker biologi og kemi til, at eleverne kan få grundlæggende kompetencer på plads, især inden for kemi, og det er derfor nødvendigt at finde supplerende lærebøger:

[...] måske lige nøjagtig i de her bøger [...] der behøver man ikke at uddybe det biologiske så meget. Der er det måske mere de kemiske ting, hvor... i hvert fald lige i starten, at man bliver nødt til at have noget grundlæggende organisk kemi for lige at kunne forstå alle de her ting [...] hvor kemitingene måske mere er sådan nogle faktasider i bogen, og der kan vi godt have brug for at læse i en anden [bog], for lige at få lidt ekstra. (lærer, htx)

Hvilke pædagogiske overvejelser har lærerne om undervisningen i bioteknologi A?

I interviewene er lærerne blevet spurgt om, hvordan de forbereder deres undervisning i bioteknologi A. De fleste af de adspurgte lærere mener ikke, at deres forberedelse i bioteknologi A adskiller sig væsentligt fra forberedelse i andre fag. Lærerne fortæller, at de for eksempel tager udgangspunkt i læreplan eller lærebøger. De kan for eksempel have en eksperimenterende tilgang til undervisningen og tager udgangspunkt i et bestemt forsøg og ser på, hvad eleverne skal vide, for at kunne gennemføre forsøget.

En lærer vurderer, at der er forskel på forberedelsen i bioteknologi A, fordi det som nyt fag kræver, at hun bruger meget tid på at sætte sig ind i faget:

[...] Det er jo også det dér med, at når det er første gang, man underviser i et bestemt niveau eller et bestemt fag, så er det jo bare utrolig hårdt at have sådan noget som bioteknologi, for der er rigtig meget man skal sætte sig ind i. Det er sådan et meget forberedelsestungt fag... men det er også spændende [...] (lærer, stx)

Undervejs i interviewene giver lærerne udtryk for de pædagogiske overvejelser de gør sig i forbindelse med deres undervisning i bioteknologi A. Flere lærere påpeger, at det er en generel udfordring i bioteknologi A både at arbejde anvendelsesorienteret og at sikre elevernes grundlæggende kompetencer:

Vi kan jo ikke bare begynde at snakke anvendelse, før de også har de grundlæggende ting på plads [...] (lærer, htx)

[...] med al tematisk undervisning, som biotek er i høj grad, så er man egentlig lynhurtigt i gang med at anvende sin viden på et fagligt område. [...] [Det er en udfordring] at vores elever skal anvende, før de egentlig har viden, det er jo sådan lidt en omvendt tankegang [...]. Jeg ville jo læse først og så anvende. Men her er de næsten i gang med at anvende på side 2. (lærer, stx)

De interviewede lærere giver generelt udtryk for, at bioteknologi A er et stort fag. Det giver anledning til overvejelser om, hvordan de både kan nå at arbejde i bredden og i dybden i bioteknologi A. Mangel på tid er et gennemgående tema i lærernes udsagn:

[...] og det er et kæmpestort kernestofområde. Man kan ikke rigtigt nå at gå i dybden med noget, men må skøjte lidt hen over det ene og det andet og det tredje. (lærer, htx)

Jamen, det er nok meget i forhold til, om jeg kan undgå, at de skøjter på overfladen af pensummet, fordi de hele tiden skal lave koblinger imellem det biologifaglige og det kemifaglige, og om jeg så samtidig kan sørge for, at de kommer ned i dybden. Det bruger jeg meget tid på hos dem, i forhold til klasser, der har biologi eller kemi. (lærer, stx)

En lærer påpeger, at den store mængde stof kan betyde, at der ikke er tilstrækkelig med tid til, at eleverne kan opnå fortrolighed med opgaver inden for faget:

[...]at vi for hurtigt skal videre til næste emne, fordi vi skal nå det, vi skal nå. Og det betyder, at det antal timer eller minutter, eleverne har til at regne emner i det her fag, det bliver altså skåret ned. Og derfor får de for lidt erfaring, og de opnår ikke den sikkerhed, som de skal opnå, så de bliver forvirrede. Og de bliver også frustrerede mange gange til daglig, fordi nu skal vi videre. Og man kan jo se, at når man 14 dage senere stiller dem en opgave, der er af samme type, så har de glemt det [...](lærer, stx)

En anden lærer fortæller, at den store mængde stof kan medføre, at undervisningen bliver mere lærerstyret:

Jamen, jeg synes jo, at jeg har rigtig, rigtig travlt, hvis jeg skal nå alt det, der står, at jeg skal nå [...]så synes jeg, at jeg kommer til at lave nogle forløb, hvor det er knapt så meget elevaktivitet og forholdsvis meget lærerstyret undervisning, fordi jeg synes, at der er rigtig meget stof, vi skal igennem. Og hvis jeg laver undervisning, som jeg gør i nogle af mine andre fag, hvor det er mere elevstyret og mere elevaktivitet, så tror jeg simpelthen ikke, at vi ville kunne nå det. (lærer, stx)

Samarbejde om undervisningen i bioteknologi A

Blandt de interviewede lærere fra stx underviser to lærere alene i faget, mens de øvrige fire samarbejder med en kollega om at undervise i faget. Blandt lærerne fra htx underviser en lærer alene i faget, en samarbejder med en kollega, mens den tredje både underviser alene og samarbejder med en kollega.

De lærere, der samarbejder med en kollega om undervisningen i bioteknologi A, er enige om, at samarbejdet betyder, at de bruger meget tid på at koordinere den daglige undervisning med deres kollega:

[...]og så mødes vi jævnligt for at koordinere og aftale, hvad vi skal foretage os. Det kan være ekskursioner eller fælles forløb, eller det kan være øvelser, hvor vi nogle gange har været der begge to på én gang, eller hvor vi har overværet hinandens øvelser, hvis der er noget, der har haft et stort overlap mellem hvad vi beskæftiger os med. Vi har en del koordinerende snak om, hvordan vi får planlagt [...](lærer, stx)

[...]så snakker vi sådan løbende sammen om, hvad vi er nået til, og viser hinanden de opgaver vi nu har. Vi tager jo fra hinanden, kan man sige, og vi bruger det, hinanden har sagt i timerne, altså, hvis jeg ved, at hun har fortalt noget om det, så kan jeg jo godt lige tage det op igen, nå, men kan I huske min kollega, fortalte om det og det [...](lærer, stx)

Men der er stor forskel på, hvordan lærerne oplever samarbejdet. De lærere, der synes, at samarbejdet fungerer godt, lægger vægt på, at de to lærere supplerer hinanden godt, og at samarbejdet betyder, at de kan sparre med hinanden om undervisningen. Én af disse lærere påpeger dog også, at det er afgørende, at de to lærere fungerer godt sammen:

Hvis man svinger godt sammen, så er det helt klart fint. Hvis man ikke svinger godt sammen, så kan det være lige meget. Så vil jeg lige så godt have det selv. (lærer, stx)

Den daglige koordinering er en forudsætning for at få undervisningen til at være sammenhængende for eleverne:

Udfordringen er selvfølgelig helt klart, når vi er to lærere på et fag, og så at få det koordineret, og få det til at give mening for eleverne. Planlægningen er noget sværere, og der sker hele tiden tilretninger til i forhold til, hvor langt nåede man nu, og hvad synes den anden er vigtig. (lærer, htx)

De lærere, der underviser alene i faget, foretrækker at undervise alene. De ser det som en mulighed for at veksle mellem en biologisk og en kemisk vinkel i undervisningen uden hensyntagen til en kollegas undervisning. Lærere påpeger, at det er lettere at skabe sammenhæng i undervisningen for eleverne, når man som lærer underviser alene i faget:

[...]det er svært at finde ud af, hvad hinanden lige arbejder med, og det er svært at få det til at glide sammen til en helhed [...]Nu hvor jeg har klassen alene, der synes jeg, at det er langt nemmere at gøre det, fordi der svinger jeg jo frem og tilbage mellem fagene, hurtigere end jeg selv tænker på. Altså, der går det jo op i en større enhed [...] (lærer, stx)

Lærere, der ikke synes, at samarbejdet fungerer godt, giver udtryk for, at det kan være en stor udfordring, når lærerne har forskellige tilgange til undervisningen, som denne lærer udtrykker det:

[...]det er utrolig svært at få det koordineret sammen [...]meget sværere end man lige tror. [...]det er bare når det rent faktisk skal udføres i praksis, så er det bare utrolig besværligt, også fordi man underviser på forskellige måder og har fuldstændig forskellig syn på mange ting [...]så er det også noget med vaner, tror jeg, at mange lærere har måske en tendens til bare at fortsætte undervisningen, som de plejer at gøre. Også selv om det er et nyt fag [...] (lærer, stx)

Med tolærerordningen ser flere af de adspurgte lærere en risiko for, at undervisningen i bioteknologi A i høj grad bliver to fag i stedet for et:

Det er jo fint nok at tænke det, men i praksis der er det bare ikke altid, at det fungerer, som man kan ønske, og hvor det i højere grad bliver sådan, så har vi noget biologi, så har vi noget kemi. (lærer, stx)

Så kan det godt lige pludselig næsten ende med at blive splittet op i, at det er to fag, der kører under samme hat, fordi vi er måske i gang med hver vores, vi er nødt til at afslutte forskudt af hinanden i forhold til, hvad der egentlig passede sammen. (lærer, htx)

Men det bliver kunstigt at fastholde denne opdeling, som denne lærer udtrykker det:

[...]Det er også svært at dele stoffet op, fordi hvis man nu pludselig skal til at tale om noget kemi midt i en biologitime eller omvendt, så står man jo dér [...]

En lærer påpeger, at opdelingen i en kemidel og en biologidel betyder, at det kan være vanskeligt at tilrettelægge undervisningen tematisk:

I biologi kommer man jo hurtigt rundt om en masse emner, og hvis man skal komme i dybden med det, i specielt bioteknologien, hvor der skal noget kemisk viden ind også, så er kemikerne ikke med her, de har ikke nået det endnu. Og så bliver det lidt svært at lave de der tematiske forløb, sådan som det burde være. (lærer, stx)

Interview: Censorer

Sammenfatning

Censorerne fra både stx og htx vurderer, at eleverne i bioteknologi A generelt bliver gode til at anvende deres viden, at se sammenhænge og gennemskue bioteknologiske problemstillinger. Sammenlignet med biologi og kemi opnår eleverne ikke en lige så detaljeret viden som i de to fag, men til gengæld bliver eleverne gode til at kombinere fagene.

Censorerne fra både stx og htx oplevede til at starte med, at elevernes faglige niveau inden for den grundlæggende kemi ikke var højt nok, men at det er blevet bedre. Tilsvarende har nogle af censorerne oplevet, at den mere diskuterende tilgang til problemløsning, som kendetegner biologien, har været – og i nogle tilfælde stadig er – en udfordring for mange elever.

Censorerne fra både stx og htx vurderer, at udfordringen ved den skriftlige eksamen i bioteknologi A er den store mængde stof, som kendetegner faget. Der kan være en tendens til, at den skriftlige eksamen begrænser sig til en test af kernestoffet, og ikke af den mere anvendelsesorienterede og eksperimenterende del af faget. Censorerne vurderer, at den mundtlige eksamen ikke egner sig særlig godt til at måle elevernes kompetencer, og foreslår, at eksamen i stedet tilrettelægges som en 24 timers case-baseret eksamen, der i højere grad giver eleverne mulighed for at fordybe sig i fagets komplekse problemstillinger.

Både censorer på stx og htx vurderer, at studieretningsprojekter i bioteknologi A giver eleverne gode muligheder for at arbejde i dybden med faget. Der er dog risiko for, at studieretningsprojektet bliver for overfladisk, fordi faget skal kombineres med et andet fag og samtidig både rumme biologi og kemi. Censorerne fra stx vurderer, at bioteknologi A fungerer godt i Almen Studieforbereelse, fordi det med sin brede naturvidenskabelige tilgang er velegnet til at sammenligne metoder inden for humaniora og samfundsfag.

Metode

Denne del af rapporten ser på, hvordan censorer i bioteknologi A vurderer realiseringen af intentionerne med bioteknologi A, herunder hvordan censorerne vurderer det faglige niveau af elevernes præstationer til eksamen samt eksamensformerne i bioteknologi A.

Der er gennemført i alt fire interviews med censorer, to fra stx og to fra htx. Udvælgelsen af censorer til interviews er foretaget på baggrund af ministeriets liste over skriftlige censorer samt en vurdering af censorernes besvarelse af spørgsmålene i spørgeskemaet til lærerne om elevernes udbytte af faget.

De udvalgte censorer har en baggrund som cand.scient. i biologi og kemi, bioteknologi eller biokemi. De har 3 – 4 års erfaring med at undervise i bioteknologi og 2 – 3 års erfaring som skriftlig censor i bioteknologi A. De har forskellige erfaringer som censor i øvrige fag, nogle har erfaring som censor i mundtlig biologi og/ eller kemi, mens andre har erfaring som censor i skriftlig biologi. Censorernes vurderinger er baseret på deres erfaringer som censorer til den skriftlige eksamen og i studieretningsprojektet i bioteknologi A, da de kun har begrænsede erfaringer som mundtlige censorer og censorer i Almen Studieforbereelse.

Interviewene er gennemført som semistrukturerede kvalitative interviews, primært som telefoninterviews. Der er udarbejdet en spørgeguide til interviewene, og der er taget noter under interviewene. Interviewene er optaget på diktafon, lyttet igennem og vigtige citater er udskrevet i deres fulde længde. Der er foretaget en tematisk analyse af interviewene på baggrund af noter fra interviewene og udskrifter af vigtige citater.

Analyse

Censorernes vurdering af elevernes faglige niveau

Censorerne fra både stx og htx vurderer, at elevernes besvarelser til den skriftlige eksamen i bioteknologi A generelt viser, at eleverne er gode til at anvende deres viden, at se sammenhænge og gennemskue bioteknologiske problemstillinger. En censor fra htx udtrykker det på denne måde:

Jeg synes, at dem, der klarer sig godt, de er rigtig dygtige til det der med at anvende deres viden og kunne gennemskue problemstillinger og eksperimenter, som de ikke nødvendigvis selv har lavet i undervisningen, og det er jo i høj grad det man gør i det her fag. (censor, htx)

Desuden oplever censorerne, at eleverne generelt er gode til at kombinere biologi og kemi, selv om der er detaljer fra biologi og kemi, som eleverne ikke tilegner sig:

[...]De mangler jo nogle detaljer fra begge fag, men til gengæld kan de så bruge tingene i sammenhæng, og på nogle områder, for eksempel enzymer, der er de jo fuldt ud på niveau med biologi. Selvfølgelig er der nogle detaljer, som ikke er helt så grundige som i ren biologi eller ren kemi. Men til gengæld, så det at bruge det sammen, det synes jeg faktisk fremgår, at de kan. (censor, htx)

Censorer fra både stx og htx oplevede, at der til at starte med var stor variation i elevernes besvarelser fra skole til skole:

Jeg synes, at der var forbavsende stor forskel [...]Normalt er der variation på et hold, og normalt er der en top og en bund, og så videre, men jeg synes, at der var nogle skoler, der klarede sig markant meget dårligt, og nogle der klarede sig meget godt. (censor, htx)

De vurderer, at det i høj grad hænger sammen med, at der er stor forskel på, hvad eleverne er blevet undervist i, og ser det som et udtryk for en stor usikkerhed blandt lærerne i, hvad de skal undervise i:

[...]men jeg vil sige, at i bioteknologi der har vi altså også oplevet, at det ikke bare er de sociale forhold, som betinger det. Det kan også være i hvor høj grad de lærere, der underviser i faget, har forstået, hvad faget går ud på [...] (censor, stx)

Jeg tror, at det kniber, fordi underviserne ikke har fundet ud af, hvad der skal til endnu. Jeg tror ikke, at det kniber på grund af elevernes evne til at lære det. Jeg tror, at det er noget med at ramme hvor meget tid skal man bruge på hvilke dele af stoffet, og hvad skal der til, for at de kan det godt nok. (censor, htx)

Censorerne vurderer, at det især er den grundlæggende kemi, der har været en udfordring for eleverne, for eksempel når det gælder kemiske beregninger:

Jeg synes, at der var mange, der var forbavsende dårlige til generel kemi. Men det varierede faktisk også en del, hvad det var de kunne og ikke kunne [...]Det jeg husker bedst, det var, at der var nogle klasser, hvor jeg synes, at de virkelig ikke havde fået fat i noget helt generel kemi. (censor, htx)

Det første år, der kunne vi se, at de der meget kemiorienterede opgaver, det var nogle beregningsopgaver, det var de ikke ret gode til [...]Så der kan man se, at den der kan man sige kemisiden, den der rendyrkede kemi, den var næsten ikke blevet [...]eleverne var i hvert fald ikke tilstrækkeligt trænet i at bruge den der opgavetype, men det er blevet bedre. (censor, stx)

En censor fra stx påpeger, at kemi og biologi hviler på to forskellige fagtraditioner, og at det også afspejler sig i typen af spørgsmål til den skriftlige eksamen i bioteknologi A. Det er en udfordring for eleverne at mestre begge måder at besvare opgaver på:

I kemi er mange opgaver meget beregningsorienteret, hvor de skal beregne koncentrationer, og de skal beregne stofmængder, de skal kunne aflæse data på en graf, og de skal kunne lave grafer [...], de skal også kunne analysere molekylers opbygning, hvor i biologi der er den lidt mere bred, hvor man måske skal gøre rede for en eller anden biologisk problemstilling [...]" (censor, stx)

En censor fra stx har oplevet, at den mere diskuterende del, som kendetegner den biologifaglige tradition, stadig kan være svær for nogle elever:

Det med at analysere de der kemiproblemstillinger, det er de blevet bedre til, de er blevet bedre til at regne. Sidste år var de meget bedre end året før [...]men det dér med at diskutere, det er stadig svært for dem. Og jeg tror ikke, at det er fordi det er bioteknologi, det er bare fordi det er nogle komplekse problemstillinger, som kan være svære at håndtere [...]. (censor, stx)

En censor fra htx vurderer, at den skriftlige eksamen kan være en udfordring for eleverne på htx, da de ikke er trænet i skriftlig eksamen i samme grad som i stx. Desuden tester den skriftlige eksamen i bioteknologi A i dens nuværende form mange forskellige kompetencer, og det kan være svært for eleverne:

[...]Jeg tror simpelthen, at det er en del af det, at man både skal kunne regne og tegne grafer og forklare og vurdere og diskutere [...]der er mange forskellige ting, man skal kunne, mange forskellige kompetencer man skal have. (censor, htx)

Censorernes vurdering af eksamensformerne

I interviewene er censorerne blevet spurgt om, hvordan de vurderer eksamensformerne i faget, herunder skriftlig eksamen, mundtlig eksamen, studieretningsprojekt og for stx også almen studieforberedelse (AT). Censorerne giver generelt udtryk for, at det er en væsentlig udfordring for den skriftlige eksamen i bioteknologi A, at læreplanen i faget er meget omfattende. Det betyder, at det kan være vanskeligt i den skriftlige eksamen at nå rundt om hele pensummet:

[...]altså, den kan jo godt nå rundt om, men det bliver jo sådan det inderste af kernen, hvis man kigger på målene. Altså, det er svært at teste andet end målene for eksempel. Kernestoffet går det nogenlunde med, men de mål, der er sat op omkring at udføre eksperimenter [...]dem kan man jo ikke teste, synes jeg." (censor, htx)

Censorerne vurderer, at den skriftlige eksamen, bærer præg af at være opdelt i en kemidel og en biologidel:

[...]jeg synes nogle gange, at den skriftlige eksamen, det er lidt for meget biologi og kemi [...]og det hænger sammen med, at [...], det synes jeg egentlig også om læreplanen. Jeg ville egentlig gerne have, at man måske fokuserede lidt mere på det, som betegnes ren bioteknologi, og så var villige til at give afkald på noget af det helt klassiske biologi og kemi." (censor, htx)

En censor fra stx foreslår, at den skriftlige eksamen i stedet tester forskellige områder af læreplanen på skift, så ikke alle områder skal testes i samme eksamen. Alternativt skulle læreplanen skrives om:

[...]at det handler mere grundlæggende om, at man simpelthen skal lave læreplanen for faget om, at der simpelthen er for mange pinde [...]fordi det er næsten bare læreplanen for biologi og læreplanen for kemi, som er lagt sammen. Der er ikke trukket ret meget fra [...]

En censor fra htx foreslår, at den skriftlige eksamen i bioteknologi A bliver en mere projekt-orienteret eksamen, som kobles til det eleverne har arbejdet med i løbet af undervisningen:

Ja, jeg synes faktisk ikke, at den skriftlige eksamen er særlig god. Fordi at faget er lagt op til, at man arbejder projektorienteret. Så jeg synes egentlig, at en projekteksamen af en eller anden art ville have været betydelig bedre end sådan en med fem spørgsmål de skal svare på. Fordi der er så mange ting, som man ikke kan svare på, og man kan ikke tage hensyn til, at eleverne har arbejdet med nogle forskellige projekter, og ved rigtig meget om nogle specifikke ting. (censor, htx)

Censorerne er enige om, at den mundtlige prøve i bioteknologi A med ½ times forberedelse og ½ times eksamination ikke egner sig særlig godt til at teste elevernes kompetencer i faget. Flere af dem foreslår, at den mundtlige eksamen i stedet skulle tilrettelægges som en 24 timers case-baseret eksamen a la mundtlig eksamen i biologi. Begrundelsen for en case-baseret eksamen i bioteknologi A er, at denne eksamensform giver bedre mulighed for et anvendelsesorienteret fokus og at favne bioteknologifagets kompleksitet:

[...]Det ville det egne sig meget bedre til, fordi man netop med artikler i et fag som bioteknologi kunne bruge en eller anden case, hvor anvendelsesperspektivet i faget kommer i spil, fordi det der med en halv times forberedelse og en halv times eksamination det egner sig bedre til et fag, sådan hvor det er meget faktuel, almen viden, man skal kunne forklare. Det ville stille eleverne bedre [...](censor, stx)

[...]jeg synes faktisk, at faget er meget velegnet til at give dem en case, fordi der er det her med at anvende viden og bruge metoder og gennemskue nye problemstillinger, og fordi ting er så komplekse, som de nu en gang er, så synes jeg, at den er velegnet [...](censor, htx)

Censorerne er enige om, at studieretningsprojekter i bioteknologi A i udgangspunktet giver gode muligheder for at nå i dybden med faget. Men omvendt har erfaringen vist, at eleverne har svært ved at nå i dybden med faget, når bioteknologi kombineres med et andet fag, blandt andet fordi der kan være en forventning om, at både biologi og kemi skal inddrages i projektet:

En udfordring i at stille opgave i bioteknologi, med de eksisterende faglige mål, kan være, at man synes, at både kemien og biologien skal være repræsenteret i opgaven. Hvis opgaven skrives i to fag, hvor bioteknologien er det ene fag, så kan det godt blive presset at få både biologi og kemi til at indgå på et tilstrækkeligt fagligt højt niveau.” (censor, stx)

[...]der er lidt tendens til, at eleverne skriver om emnet bioteknologi i stedet for at gå ned [...]i stedet for at skrive opgaver, der kommer på molekylært og cellulært niveau, og gå ind og vise, at de rent faktisk forstår de metoder, som de skriver om. Jeg synes, jeg læser mange, der bare handler om [...]for eksempel handler om designerbabyer eller om det perfekte menneske, og så er der sådan nogle overfladiske overvejelser hen over emnet [...]De skriver noget, som man kunne forvente at læse i en dansk stil, eller en kronik eller noget samfundsfag. (censor, htx)

Censorerne fra stx giver begge udtryk for, at bioteknologi fungerer godt i Almen Studieforbere-
delse, for eksempel i kombination med samfundsfag eller humanistiske fag:

[...]for der er det jo ikke fagligheden de skal vise, der er det netop sådan, tanke-sættet, der ligger bag den måde, vi griber tingene an i faget [...]der egner det sig vældig godt til at sammenligne med metoder i humaniora eller samfundsfag, for der repræsenterer det jo egentlig sådan en bred naturvidenskabelig måde at arbejde på. (censor, stx)

Interview: Rektorer

Sammenfatning

De adspurgte rektorer ser bioteknologi A som en mulighed for at udbyde en biologisk orienteret studieretning, som er adgangsgivende til de fleste naturvidenskabelige videregående uddannelser. Samtidig betragter de bioteknologi A som et aktuelt fag, som samfundet har brug for, fordi faget bidrager med ny viden inden for natur- og sundhedsvidenskaberne og de tekniske videnskaber, og det er oplagt, at skolen giver eleverne mulighed for at arbejde med dette fag.

Der er forskel på, hvilken betydning rektorer fra stx og htx tillægger bioteknologi A. Rektorerne fra htx ser bioteknologi A som et fag, hvis formål, indhold og metoder har en tydelig htx-profil. Desuden betragter de faget som en mulighed for at tiltrække flere elever, herunder flere piger og elever, som måske ville have valgt stx. Rektorerne fra stx ser bioteknologi A som én blandt mange studieretninger, der alt afhængig af skolens størrelse og udbud af studieretninger kan have en tendens til at tiltrække elever på bekostning af især studieretninger med biologi A.

Rektorerne oplever generelt, at lærerne har bakket op om beslutningen om at udbyde bioteknologi A. De fleste rektorer har givet ekstra timer til lærerne at få faget op at stå. Nogle rektorer ser fordele ved, at to lærere underviser i faget, mens andre rektorer foretrækker, at det er én lærer, der underviser i faget alene for at sikre fagets sammenhæng.

Metode

Denne del af rapporten sætter fokus på ledelsens perspektiv på implementeringen af bioteknologi A på stx og htx. Vi har undersøgt, hvad rektorer fortæller om baggrunden for, at skolerne har valgt at udbyde bioteknologi A, elevernes søgning til studieretningen, organiseringen af undervisningen i bioteknologi A og lærernes opbakning til at udbyde studieretningen.

For at besvare disse spørgsmål er udvalgte rektorer eller andre ledelsesrepræsentanter (i det følgende kaldt rektorer) interviewet. Der er gennemført i alt seks interviews med rektorer, tre fra stx og tre fra htx. Interviewene er gennemført som semistrukturerede kvalitative interviews, primært som telefoninterviews. Der er udarbejdet en spørgeguide til interviewene, og der er taget noter under interviewene. Interviewene er optaget på diktafon, lyttet igennem og vigtige citater er udskrevet i deres fulde længde. Der er foretaget en tematisk analyse af interviewene på baggrund af interviewnoter og udskrift af vigtige citater. I det supplerende materiales første afsnit forefindes den anvendte spørgeguide.

I udvælgelsen af rektorer er der lagt vægt på at sikre en geografisk spredning. De interviewede rektorer fra stx repræsenterer skoler med mellem 500 og 1000 elever, mens rektorerne fra htx repræsenterer skoler med mellem 500 og 700 elever.

Analyse

Baggrunden for at udbyde bioteknologi som fag

Rektorerne giver udtryk for, at det var oplagt for skolen at udbyde bioteknologi A som forsøgsfag. Det skyldes dels, at skolen dermed kan tilbyde eleverne en biologisk orienteret studieretning, som er adgangsgivende til de fleste naturvidenskabelige videregående uddannelser, og dels at bioteknologi er et nyt fag, som bidrager med ny viden inden for natur- og sundhedsvidenskaberne og de tekniske uddannelser:

Jeg har selv været meget utilfreds i årevis med, at biologi ikke var adgangsgivende til videregående uddannelser, og det er bioteknologi [...] Og så tænkte jeg, altså, det er et nyt fag, og det giver adgang, og vi kunne måske på en lempelig måde føre vores kemilærere og biologilærere ind i bioteknologien, og så faktisk give vores elever nogle bedre forudsætninger for at gå videre på de videregående uddannelser. (rektor fra stx)

[...]Vi kunne godt tænke os at have et biologi A-fag på htx, og det her var så en mulighed. Og der har jo manglet sådan en biologisk adgang til videregående uddannelser. Så dem som havde specielle interesser inden for det her område, så er de kompetente til at gå i gang med en videregående uddannelse inden for både sundhedsvidenskab og det naturvidenskabelige og tekniske. (rektor fra htx)

Der er forskel på, hvordan rektorerne fra stx og htx ser på bioteknologi A. Rektorerne fra htx giver udtryk for, at det er vigtigt for htx at kunne udbyde bioteknologi A, fordi htx med bioteknologi A kan tilbyde et biologisk orienteret fag på A-niveau, og at skolerne derved får mulighed for at rekruttere elever, som måske ville have valgt stx:

[...]men man kan sige, at hvis vi på htx overhovedet skal gøre os nogen som helst håb om at blive et valg, der kommer op på elevernes nethinde, så skal vi også have nogle af de fag, som [...]altså, nogle af de studieretninger inden for det naturvidenskabelige område, som stx udbyder, især fordi vi på htx jo er meget stærke inden for det område. (rektor fra htx)

Desuden ser rektorerne på htx udbuddet af bioteknologi som en mulighed for at rekruttere flere piger:

[...]der er også noget helt banalt, som man ikke skal underkende, det er også et fag, der tiltrækker piger. Og på htx har vi jo en lidt skæv fordeling af køn. Og der kan man sige, at det er heller ikke helt uvæsentligt, når man tænker i studieretninger, at man tænker i, hvordan kan vi udbyde nogle studieretninger, som også tiltrækker piger. (rektor fra htx)

Rektorerne fra htx betragter desuden bioteknologi A som et fag, hvis formål, indhold og metode har en tydelig htx-profil. En rektor fremhæver fagets anvendelsesorienterede sigte:

[...]at htx det er en teoretisk uddannelse med en vis praktisk afprøvende indhold, at man får lov til at prøve nogle ting af i praksis, og at så er det, kan man sige, lidt mere anvendelsesorienteret. Det er anvendelsesorienterede ting, der sker, og for mange af de elever, der vælger htx, specielt drengene, der er det anvendelsesorienterede element et stort plus. (rektor fra htx)

Derudover lægger bioteknologi A som fag op til en teknologisk og tværfaglig tilgang i undervisningen, som allerede er kendt på htx:

[...]at det at faget hedder bioteknologi, teknologi er jo et af flagskibene på htx. Det gør jo også, at vi tænkte, aj, det må vi da kunne udbyde [...]og der ligger noget tværfagligt i faget, hvilket jo også er ét af kendetegnene ved htx, at der er meget tværfagligt. Og så er det jo naturligt, at man inddrager sådan et fag, når det i forvejen ligger i vores bekendtgørelse, at vi skal arbejde tværfagligt. (rektor fra htx)

Rektorerne fra htx oplever dog, at der er en væsentlig udfordring for både lærere og elever ved, at bioteknologi A i dets nuværende udformning er kendetegnet ved et stort kernestof i kemi og biologi, som betyder, at der går lang tid, før eleverne kommer til at arbejde med egentlige bioteknologiske problemstillinger, og som begrænser den anvendelsesorienterede tilgang:

Ja, men også det, at lærerne beretter, at der er utrolig meget kernestof, som de skal igennem i starten, kemi og biologi, inden at man ligesom bliver sluppet løs på bioteknologi, og det kunne man se som en fordel, at de kørte – i gåseøjne – almindelig biologi og almindelig kemi, inden de så var klar til bioteknologi på en lidt anden måde. (rektor fra htx)

På denne baggrund foreslår denne rektor, at htx får mulighed for at udbyde sit eget bioteknologifag, der bygger oven på kemi B og biologi B:

Vi ville kunne styrke de bioteknologiske arbejdsmetoder, det bioteknologiske indhold ved at det havde en lidt anden [...]at det var defineret på en lidt anden måde, at hele den grundlæggende kemiske og biologiske del, at det var klaret af, inden vi startede på det. Det oplever vi kunne være en styrkelse. Vi kunne godt se bioteknologi som værende htx's biologiske A-niveaufag for eksempel. (rektor fra htx)

Alle rektorerne lægger vægt på, at udbuddet af bioteknologi A forudsætter opdaterede laboratoriefaciliteter. For nogle skoler har indkøb af laboratorieudstyr været en naturlig økonomisk satsning, mens det for andre skoler er en økonomisk udfordring:

Det er klart, at man bliver nødt til at tænke på, at man får et fag, som er meget [...]eksperimenterende, der er jo meget laboratoriearbejde i bioteknologi [...]som lægger stort beslag [...]altså, det stiller store krav til laboratoriefaciliteterne, så det er sådan den økonomiske udfordring [...]. (rektor fra htx)

Søgningen til studieretningen i bioteknologi

Rektorerne fortæller, at de ikke har gjort en særlig indsats for at profilere studieretningen sammenlignet med andre studieretninger. Der er forskel på, hvordan skolerne oplever søgningen til studieretningen. På nogle skoler er der en konstant stor søgning, hvor skolen kan oprette 1 – 1 ½ hold pr. årgang. Andre skoler oplever nu et fald i søgningen, og de vurderer, at faldet i søgningen kan skyldes tilfældigheder, men også konkurrence fra naboskoler eller andre studieretninger på skolen.

Nogle skoler, både stx og htx, oplever en øget søgning til de naturvidenskabelige studieretninger i disse år, mens andre skoler, især stx, oplever, at der ikke er en øget søgning til disse studieretninger:

[...]Og der kan man sige den gruppe af elever, der er rigtig, rigtig dygtige til matematik og fysik og kemi, bioteknologi, den gruppe er ikke blevet større af, at der er kommet flere folk i gymnasiet. Det er sådan set stadig den samme lille elite [...](rektor fra stx)

Især på stx oplever rektorerne, at studieretningen i bioteknologi kan have en tendens til at tiltrække elever, som ellers ville have valgt biologi A:

[...]det er faktisk det, der er sket, at det er biologi A, der er mindre søgning til. (rektor, stx)

Lærernes opbakning til at udbyde bioteknologi

Rektorerne giver generelt udtryk for, at de har oplevet, at lærerne på skolen har bakket op om beslutningen om at udbyde bioteknologi A som forsøgsfag:

Og det blev meget tydeligt, at her var der nogle gode samarbejdsrelationer både med videregående uddannelser, men også med virksomheder. Og der var også en større forståelse af, at bioteknologi [...]der er formodentlig mere fremtid og mere musik i bioteknologien, end der egentlig er i biologi [...]der var meget velvilje i forhold til det. (rektor fra stx)

Rektorerne fortæller om engagerede lærere, der har lyst til at etablere et nyt fag:

[...]og der har også været[...]noget pionerånd over, at pludselig at have været to stykker, der skulle af sted sammen, og nu skulle de banke et fag op[...] (rektor fra stx)

Det er typisk dygtige og ambitiøse elever, der vælger studieretningen i bioteknologi. Nogle af rektorerne fortæller, at lærerne ser det som et privilegium at undervise eleverne i bioteknologi A:

[...]specielt lærere, der underviser i de naturvidenskabelige fag, de vil rigtig gerne have for eksempel en biotekklasse, fordi som lærerne siger: Det er en fornøjelse at arbejde med elever, som går til den, og som er videbegærlige og gerne vil arbejde med faget[...](rektor fra stx)

De fleste af skolerne har givet ekstra timer til lærerne til at få faget op at stå, det gælder især de steder, hvor undervisningen gennemføres af to lærere. Desuden beretter alle rektorerne om, at de lærere, der har haft behov for det, har været på relevante kurser.

De lærere, der har undervisningskompetence i både biologi og kemi, underviser typisk alene i faget, mens de øvrige lærere underviser to og to sammen. Rektorerne erfaringer med organiseringen af undervisningen varierer.

En rektor fra stx lægger vægt på, at bioteknologifaget lægger op til, at lærerne skal samarbejde om undervisningen i faget, og at det er en fordel for skolen:

[...]så vil vi jo som skole altid synes, at det er godt, at vi har nogle fag eller nogle strukturer, der gør det naturligt for lærerne at samarbejde om undervisningen, og det må man sige, det gør biotek jo. Det er både en udfordring for lærerne og skolen at få organiseret det sådan, men det er også absolut en god mulighed. (rektor, stx)

Nogle rektorer fremhæver fordelene ved, at der er to lærere om undervisningen, og ser det som en fordel, at lærerne kan samarbejde og sparre med hinanden:

[...]og det kan godt være en udfordring, at der er to fag, som måske ikke lige tror de har en fælles berøringsflade, der skal samarbejde. Men en biolog og en kemiker kan altid finde på noget spændende at snakke sammen om. Og det giver faktisk en synergieffekt, som er rigtig fin, og som vi ser. (rektor, stx)

Her hos os har det fungeret rigtig godt. Der er rigtig god tradition for samarbejde mellem de forskellige lærerkræfter, de supplerer hinanden godt. (rektor, htx)

Andre rektorer foretrækker, at der kun er én lærer, der underviser i faget, fordi det giver de bedste muligheder for en sammenhængende undervisning. En rektor fortæller, at eleverne på skolen har evalueret tolærerordningen, og på trods af at lærerne syntes, at det fungerede fint at samarbejde, så syntes eleverne, at undervisningen ikke har været koordineret godt nok mellem lærerne, og at det har været forvirrende. Denne rektor vil derfor foretrække, at det kun er én lærer, der underviser i faget:

[...]Altså, der er meget god grund til at lærere arbejder sammen, og det kan være vældig inspirerende. Men jeg har en fornemmelse af her, at det kræver voldsomt meget koordination, og der er ikke tale om to forskellige fag, der kommer med hver deres faglige udgangspunkt, men der er tale om ét fag, som skal varetages af to med lidt forskellige kompetencer. Det er noget andet end almindeligt samarbejde. Så her er der tale om ét fag, som jeg ser det, og varetaget af to lærere, som både har forskelligt udgangspunkt og måske også forskelligt temperament. (rektor, stx)

Og det tænkte jeg egentlig ville være godt med sådan et tolærersystem, og nu skal vi så evaluere det, og det jeg lidt hører, er, at de er ikke så glade for den tolærerordning, som vi egentlig troede[...]" (rektor, htx)

Nogle rektorer oplever, at oprettelsen af bioteknologi A har betydet, at især biologilærerne har været urolige for, at studieretningen i bioteknologi A skulle tage elever fra biologi A som denne rektor fra stx:

Man er gået ind i det, fordi man synes, at det er sjovt grundlæggende. At det fagligt set udvider de enkelte læreres fagområder. Altså, man kan komme ud i nogle fagområder, hvor man ikke lige har været og det synes de er vældig sjovt.[...]Men omvendt tror jeg også, at de sidder med en fornemmelse af at – og det kan vist også dokumenteres – at der er sket en kannibalisierung, ikke? Man havde måske regnet med, at biologi og bioteknologi sammenlagt skulle vokse, men man kan se, at det ene har taget fra det andet. (rektor, stx)

En rektor peger på, at det er en væsentlig udfordring for både skolen og lærerne at finde relevant efteruddannelse, især efter at DASG (Danske Science Gymnasier) ikke længere udbyder kurser i bioteknologi:

Og det jeg savner her fra min stol af, det er efteruddannelsesmuligheder ved universiteterne, eller hvem der nu måtte være for at kunne give undervisningskompetence i bioteknologi. altså, så man har kodet gymnasiet med et sikkert et fint og udmærket fag, men det skal også arbejdes ind i universiteternes efteruddannelsesportefølje. (rektor, stx)

REFERENCE

Referencer

Litteratur

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., and Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon.
- Artigue, M. and Winsløw, C. (2010). International comparative studies on mathematics education: A viewpoint from the anthropological theory of didactics. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 30(1):47–82.
- Biggs, J. and Tang, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University (Society for Research Into Higher Education)*. Open University Press.
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., and Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10):P10008.
- Braun, V. and Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3:77–101.
- Brin, S. and Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. *Computer networks and ISDN systems*, 30(1-7):107–117.
- Bruun, J. (2012). *Networks in Physics Education Research*. PhD thesis, University of Copenhagen.
- Bruun, J. and Nielsen, J. A. (2013). The creation of a disciplinary subject as investigated by amplified linguistic networks of danish curriculum texts. In *International School and Conference on Network Science Book of Abstracts*.
- Deci, E. L., Koestner, R., and Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological bulletin*, 125(6):627.
- Elipane, L. E. (2012). *Integrating the essential elements of lesson study in pre-service mathematics teacher education*. IND skriftserie no. 27. Copenhagen: Department of Science Education.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational leadership*, 43(2):44–48.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., and Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, page 201319030.
- Holmegaard, H. T., Ulriksen, L. M., and Madsen, L. M. (2014). The process of choosing what to study: A longitudinal study of upper secondary students' identity work when choosing higher education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(1):21–40.
- Jensen, J. (2013). Hvad sker der for bioteknologi i gymnasiet? *Dansk Kemi*, 94(4).
- Jensen, R. U. H. (2006). Portfolio mellem konstruktivisme og instruktivisme. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 1(2):53–57.
- Minner, D. D., Levy, A. J., and Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - what is it and does it matter? results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching*, 47(4):474–496.

-
- Nehm, R. H., Ha, M., and Mayfield, E. (2012). Transforming biology assessment with machine learning: automated scoring of written evolutionary explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1):183–196.
- Porter, A. L. and Rafols, I. (2009). Is science becoming more interdisciplinary? measuring and mapping six research fields over time. *Scientometrics*, 81(3):719–745.
- Prince, M. J. and Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of engineering education*, 95(2):123–138.
- Winsløw, C. W. (2006). *Didaktiske Elementer*. Forlaget biofolia.