

Studieretningsprojekt i Bioteknologi A

Særtræk ved faget Bioteknologi A:

Fra læreplanen for Bioteknologi A (Stx) står der følgende om fagets identitet:

” Bioteknologi er teknologisk udnyttelse af biologiske systemer. Bioteknologien har rødder i anvendelse af kemisk og biologisk forskning til forbedring af traditionel produktion og forarbejdning af fødevarer baseret på planter, dyr og mikroorganismer. Bioteknologien har ligeledes baggrund i de muligheder, mikrobiologiens fremkomst og den kemiske forskning åbnede inden for sundhedsvidenskab, sygdomsbehandling og medicin. Moderne bioteknologi integrerer en række natur-, sundhedsvidenskabelige og tekniske forskningsområder. Molekylærbiologi, biokemi, kemi og systembiologi spiller en stadig vigtigere rolle inden for udvikling af medicin, forædling af afgrøder, miljøbeskyttelse og bæredygtig kemisk produktion og energiproduktion. Bioteknologi kan bidrage med bæredygtige og innovative løsninger på samfundsmæssige udfordringer, men rejser også etiske spørgsmål og udfordrer forståelsen af os selv og andre levende organismer. Faget bioteknologi integrerer og anvender biologisk og kemisk viden, metoder og teknikker og omfatter fagdiscipliner som biologi, kemi, biokemi, molekylærbiologi og bioteknologi. Der arbejdes teoretisk og praktisk med bioteknologi i relation til både lokale og globale forhold.¹”

Det centrale i bioteknologifaget er altså at biologisk og kemisk viden skal anvendes til at løse et problem eller forbedre en eksisterende praksis. For eksempel kan man undersøge, hvordan produktionen af vaskemiddelenzymer kan optimeres eller hvordan man kan behandle mennesker, der lider af depression. For at kunne gøre dette kræves selvfølgelig en grundlæggende basisviden for at forstå problemet og præsentation af denne viden kan ofte udgøre den redegørende del af biotek-SRP'en. Opgaven kan have hovedvægt i den kemiske eller biologiske del af bioteknologifaget - det vil afhænge af emnet, men det vil ofte være naturligt at vise fx strukturformler, analysere kemiske egenskaber som polaritet, opløselighed, bindingsmuligheder, syrebaseegenskaber eller at inddrage viden om ligevægte, selvom emnet måske tager afsæt i en biologisk case.

Flerfaglige forløb frem mod SRP:

Frem mod SRP skal eleverne gennemgå en række flerfaglige forløb. I disse forløb introduceres eleverne gradvist for fagenes metoder samt basale videnskabsteoretiske overvejelser. Desuden trænes deres faglige skrivning og eleverne lærer hvordan en større faglig opgave struktureres - herunder formalia vedrørende noter, litteraturliste osv.

I læreplanen for SRP står der om den mundtlige prøve: *” I fremlæggelsen og den efterfølgende samtale skal der indgå metodiske og basale videnskabsteoretiske overvejelser, som er relevante i forbindelse med projektets gennemførelse.²”* For at understøtte dette kan eleverne med fordel udarbejde et metodeafsnit, som en integreret del af deres skriftlige produkt. Et af de faglige mål, som SRP'en bedømmes ud fra, er da også, om eleven kan *”gøre sig metodiske og basale videnskabsteoretiske overvejelser i forbindelse med behandling af en kompleks faglig problemstilling³”*.

¹ <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>

² <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>

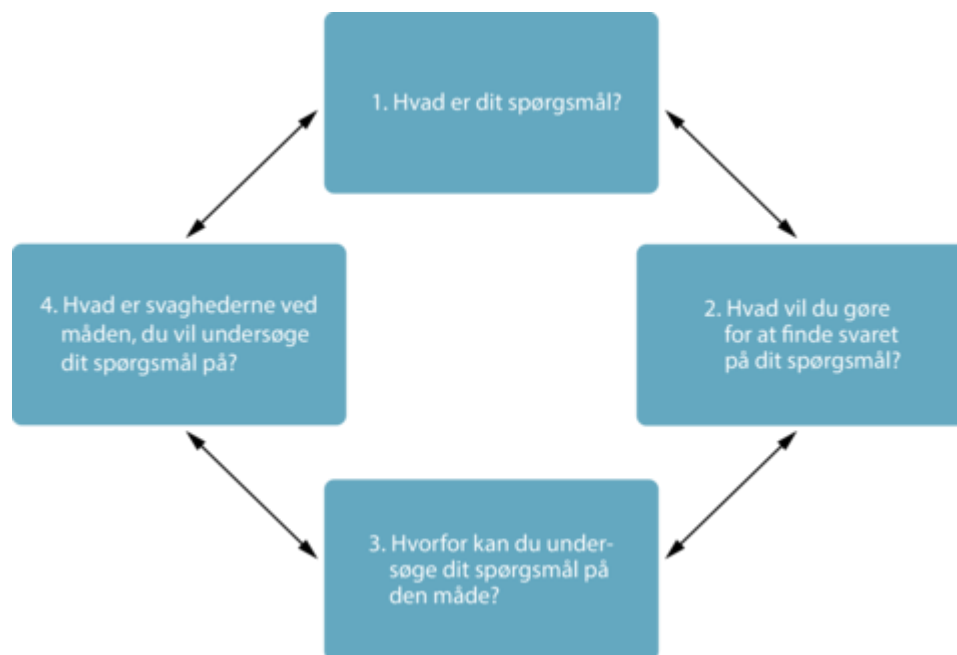
³ <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>

Faglige metoder:

I den supplerende vejledning om "Basal videnskabsteori i studieretningsprojektet" står der: "Der kan være forskelle i skolernes praktiske udmøntning af arbejdet med basal videnskabsteori og faglige metoder, hvilket kan være nødvendigt at tage højde for i forbindelse med den afsluttende mundtlige prøve"⁴. Den skriftlige SRP besvarelse behøver ikke indeholde et metodeafsnit, men det kan måske være en god idé, da eleverne så kan få vejledning til at skrive dette. Efter aflevering af SRP må eleverne ikke modtage vejledning. Nedenfor er blot beskrevet én måde, eleverne kan arbejde med metode på. Man kan læse mere om basal videnskabsteori på EMU-siden: <https://emu.dk/sites/default/files/2019-10/BASAL%20VIDENSKABSTEORI%20-%20oktober%202019.pdf>

Elevernes metodeafsnit kan fx følge i forlængelse af indledningen på opgaven. Eleverne kan i deres egen proces eventuelt tage udgangspunkt i "Den Videnskabelige Basismodel", som er beskrevet i bogen "Vidensmønstre" fra Forlaget Systime⁵. Det grundlæggende mål med modellen er at sikre, at der er forbindelse mellem det spørgsmål, man vil besvare, og de metoder, man har valgt til at finde svaret med. Modellen har fire punkter:

1. Hvad er dit spørgsmål?
2. Hvad vil du gøre for at finde svaret på dit spørgsmål?
3. Hvorfor kan du undersøge dit spørgsmål på den måde?
4. Hvad er svaghederne ved måden, du vil undersøge dit spørgsmål på?



Figur 1: Den Videnskabelige Basismodel. Kilde: <https://vidensmoenstre.systime.dk/index.php?id=250>

I det følgende vil hvert af disse punkter kommenteres.

⁴ https://emu.dk/sites/default/files/2019-11/EKSPERIMENTELLE%20FAG%20-%20november%202019_0.pdf

⁵ Rangvid, M., T. Benoni, T. S. Christensen, A. Ø. Larsen og J. Maintz (2018): Vidensmønstre - Basal videnskabsteori i STX. Forlaget Systime.

1. Hvad er dit spørgsmål?

Dette punkt hører egentlig ikke til under elevernes metodeafsnit, men kan fx adresseres i projektets indledning. Her kan eleverne redegøre for opgavens **genstandsfelt** ved fx at nævne relevant fagstof og relevante fagtermer, som opgaven bygger på. De kan i den forbindelse også angive **formålet** med opgaven og hvorfor opgaveformuleringen er interessant at arbejde med.

2. Hvad vil du gøre for at finde svaret på dit spørgsmål?

Her kan eleverne beskrive, hvilke metoder de har benyttet sig af for at besvare opgavens forskellige problemstillinger. For at svare på et spørgsmål behøver man viden. Den viden kan i bioteknologi være indsamlet gennem eget eksperimentelt arbejde. Den kan også være opnået ved en kritisk gennemgang af andres eksperimenter eller observationer, der har givet empiri (data). Databehandling og/eller matematisk modellering kan være nødvendig for at udlede svar. Tolkning af data er baseret på eksisterende viden og kan give anledning til nye hypoteser eller konsolidering af viden. I gymnasiesammenhæng søger man oftest ikke efter at erfare helt ny viden, men i stedet samler man viden fra andres eksperimenter og observationer, således at man selv opnår svar på de problemstillinger, man arbejder med. I en SRP har elever ofte brug for at forklare et specifikt fænomen ud fra en mere generel viden om en bestemt teknik eller anden lærebogsbaseret viden. Studier af lærebøger og kilder, der ikke er originale forskningsartikler, indeholder ikke altid en beskrivelse af det eksperimentelle arbejde, der ligger til grund for den viden eleverne udleder fra kilderne. Eleverne kan dog med fordel overveje, hvilke metoder der er anvendt for at indhente den viden, der præsenteres. Ved analyse af kemiske strukturer benytter eleverne sig af en metode, som ikke er eksperimentel, men som bygger på viden fra lærebøger og på en i faget tillært fremgangsmåde. Af og til anvendes IT-redskaber og for større molekyler, som fx proteiner eller gener anvendes ind i mellem databaser til undersøgelsen.

For at imødegå kravet om at eleverne skal forholde sig til metode i deres mundtlige SRP-forsvar, kan man eventuelt sørge for, at der indgår empirisk materiale, fx i form af et bilag eller eksperiment eleverne selv udfører. Dermed kan eleverne forholde sig mere konkret til metodekravet, hvad enten de beskriver, hvorledes de selv har frembragt empiri eller hvorledes andre har frembragt den empiri, de benytter i projektet.

Særligt for opgaver hvor eleverne selv laver eksperimentelt arbejde:

Studieretningsprojektet udarbejdes i løbet af to uger (10 skoledage) inden for perioden 1. marts til 15. april. Ud af projektperiodens tid skal der afsættes 20 timer til vejledning og andre aktiviteter i forbindelse med projektet med tilstedeværelse af relevante lærere. Perioden kan omfatte udførelse af eksperimentelt arbejde, andet praktisk arbejde og lignende projektaktiviteter, der skal ligge til grund for elevens skriftlige produkt. Skolen fastlægger rammerne for vejledningen og andre aktiviteter i forbindelse med projektet⁶. Hvis eleven udfører eksperimentelt arbejde uden for skolen, fx på et universitet, kan der læses mere om reglerne i vejledningen.⁷

Særligt for elever der skriver enkeltfagligt i bioteknologi:

Elever der kun skriver deres SRP i bioteknologi skal kunne anvise, at de benytter *mindst to forskellige metoder* fra faget. Fx hvis eleven benytter både eksperimentel metode (eget udført forsøg) og en i faget tillært metode til analyse af en kemisk forbindelses polaritet, bindingsmuligheder osv. Hvis man tydeligt kan

⁶ <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>

⁷ <https://emu.dk/sites/default/files/2020-01/Eksperimentelt%20arbejde%20i%20studieretningsprojektet%20-%20januar%202020.pdf>

se, at eleven opnår forskellig slags viden til besvarelse af opgaveformuleringen ved anvendelse af de to forskellige metoder, er kravet om forskellige metoder opfyldt.

3. Hvorfor kan du undersøge dit spørgsmål på den måde?

Her kan eleverne beskrive, hvad det er for en slags viden, de har fundet frem til ved hjælp af de anvendte metoder. I bogen "Vidensmønstre"⁸ arbejdes med 8 begrebspar, hvoraf nogle er mere relevante end andre i forbindelse med bioteknologi.

Eleverne kan fx skelne mellem **eksperimentel eller observationel metode**. Ved et eksperiment tilrettelægges man et situation, der ikke ville være opstået af sig selv. Fx måler man effekten af stråling ved at lede efter mutationer plantefrø udsat for forskellige doser af bestråling. Ved en observation undersøger man effekten af et fænomen, der er opstået uden at det var planlagt. Fx antallet af sygdomstilfælde efter Fukushima-katastrofen i Japan i 2011. Eller man undersøger om der er en korrelation mellem forekomsten af diabetes og specifikke tarmbakterier. En sådan korrelation kan så testes gennem kontrollerede eksperimenter (fx med mus som forsøgsdyr).

Eleverne kan ligeledes skelne mellem **kvalitative og kvantitative** forsøg. Fx vil et eksperiment, der undersøger antibiotikaresistens, oftest være kvalitativt (en bakterieart er enten resistent eller ej), mens et eksperiment, hvor eleven fremstiller et lægemiddel, kan være både kvalitativt (det påvises at det ønskede stof er fremstillet) og kvantitativt (der beregnes udbytteprocent og udføres renhedstest).

Mange SRP projekter indeholder en vurdering, fx: "Hvordan bør man forholde sig til klimaudfordringer?" Her vil bioteknologi kunne levere **faktuel viden**, som **normative udsagn** kan baseres på. Ved hjælp af bioteknologis metoder søger man at finde **kausale forklaringer**, som kan danne grundlag for ny teknologi, nye lægemidler eller nye produktionsmuligheder.

Endelig kan man skelne mellem en **ideografisk** eller en **nomotetisk** undersøgelse. En ideografisk undersøgelse beskæftiger sig med ét konkret tilfælde, fx hvordan én bestemt epidemi kunne være afværget, hvorimod en nomotetisk undersøgelse beskæftiger sig med lovmæssigheder, der gælder for fx epidemier generelt.

4. Hvad er svaghederne ved måden, du vil undersøge dit spørgsmål på?

Her kan eleverne beskrive fordele og ulemper ved de anvendte metoder. De kan desuden diskutere hvor sikker den opnåede viden er. Eventuelt kan afsnittet gøres relativt kort, og i stedet kan eleven udfolde svaret til den mundtlige prøve.

Idékatalog - eksempler på emner

Man skal som lærer altid tage udgangspunkt i elevernes egne ønsker til deres SRP. Man kan dog have elever, som har brug for hjælp til at finde et emne, og specielt som ny lærer i faget, kan det være rart med lidt inspiration. Herunder følger derfor en række forslag til **emner og vinkler**, der kunne være interessante i bioteknologi. I tredje kolonne er der forslag til fag, man kunne kombinere bioteknologi med afhængigt af, hvilken vinkel eleven ønsker.

⁸ Rangvid, M., T. Benoni, T. S. Christensen, A. Ø. Larsen og J. Maintz (2018): Vidensmønstre - Basal videnskabsteori i STX. Forlaget Systime.

Emne	Vinkel	Andre fag
Enzymkinetik	<ul style="list-style-type: none"> • Blodprøve-analyser, fx Alkalisk phosphase som markør for knoglekræft • Optimering af enzymprocesser • Inhibitorer som medicinsk behandling (kinetik) 	<p>Dansk: artikel til Helse, Samvirke, Illustreret videnskab eller lignende eller dokumentaranalyse</p> <p>Matematik: MM ligning, L/B plot</p> <p>Dansk: artikel, romananalyse</p> <p>Evt. i kombination med kemi A hvis man går dybere ned i reaktionsmekanismer eller anvender IR/H-NMR analyser</p>
Nervesystem	<ul style="list-style-type: none"> • Ubalance i transmitterstoffer i hjernen/lægemiddel • Diagnose, markører, genetik • Smertelindring • Robotteknologi/exoskelet 	<p>Dansk: artikel til Helse, Samvirke, Illustreret videnskab eller patientforening eller roman/dokumentaranalyse</p> <p>Engelsk: roman/dokumentaranalyse</p> <p>Kemi: syntese/analyse af lægemiddel/smertemedicin</p> <p>Fysik: Exoskelet</p>
Kræft	<ul style="list-style-type: none"> • Eksperimentelle behandlinger 	<p>Psykologi: krisepsykologi</p> <p>Dansk: dokumentaranalyse, artikelanalyser</p>
Immunologi	<ul style="list-style-type: none"> • Epidemier - hvordan undgås gentagelser af historiske epidemier • Epidemier- skræk for fx biologisk terror • Epidemier - udvikling 	<p>Historie</p> <p>Samfundsfag</p> <p>Dansk: filmanalyse/romananalyse</p> <p>Engelsk: filmanalyse/romananalyse</p> <p>Matematik (SIR-model)</p>
DNA	<ul style="list-style-type: none"> • eDNA • Epigenetik • Genregulering mennesker eller produktionsorganismer 	<p>Matematik, samfundsfag</p> <p>Dansk: formidling eller fiktionsanalyse</p> <p>Idræt (gendoping)</p>
Mikrobiologi	<ul style="list-style-type: none"> • Optimering af proces • Mikrobiom i tarm • Antibiotikaresistens 	<p>Dansk: artikel til Helse, Samvirke, Illustreret videnskab eller lignende eller dokumentaranalyse</p> <p>Engelsk: science formidling</p> <p>Kemi - nye midler</p>

Motion	<ul style="list-style-type: none">Som forebyggelse/ behandling af diabetes	Idræt, samfundsfag
Bioetik	<ul style="list-style-type: none">GMO, fx klimavinkelGeneditering (CRISPR)DesignerbørnStamcelleterapi	Religion Samfundsfag Dansk (romananalyse, fx af dystopiske værker)

Til inspiration for undervisere følger herunder en række eksempler på udkast til **opgaveformuleringer** med angivelser af fagkombinationer. Opgaveformuleringerne vil skulle finpudses og skærpes, så begge fag tydeligt kan se sig selv anvendt til at besvare dem og så elevens vinkling tilgodeses. En god opgaveformulering angiver den røde tråd i opgaven og er formuleret som ét samlet spørgsmål frem for et fra hvert fag.

Biotek og dansk/engelsk:

Hvordan kan litteratur/fiktion/dokumentarer og bioteknologisk forskning i samspil hjælpe mennesker berørt af (depression, alzheimers, schizofreni, kræft eller lignende)?

Biotek og historie:

Er der risiko for at epidemier som kan ske igen i fremtiden?

Kan ny teknologi som CRISPR føre til gentagelse af nazisternes forsøg på/ misbruges af stater til at skabe det perfekte menneske?

Biotek og matematik:

Hvilken betydning har eDNA-teknologi og biologiske databaser for naturbeskyttelse i Danmark?

Hvordan optimeres produktionen af(alger, bakterier, svampe) i bassiner/fermenteringstanke?

Biotek og idræt:

Hvordan kan bioteknologisk forskning hjælpe idrætsudøvere til at forbedre deres præstationer?

Biotek og religion:

Kan vi tillade os at sige nej til klimatilpassede genmodificerede afgrøder?

Er brugen af CRISPR på mennesker en glidebane mod designerbørn?

Biotek og samfundsfag/religion:

Af Marie Eiland, lektor i biologi, kemi og bioteknologi ved Køge Gymnasium

Skal fremtidens behandlingsmuligheder være for alle eller for dem der kan betale? (geneditering, barnløshed, diabetes, stamcelleterapi eller lignende)

Biotek og psykologi:

Hvad får mennesker til at afprøve eksperimentelle behandlinger med hallucinogene stoffer (eller til at deltage i eksperimentel kræftbehandling)?

Biotek og kemi A:

Hvordan udvikles lægemidletmod sygdommen? (fx med inddragelse af forsøg, syntese mm)

Biotek og kemi A:

Hvordan inddrages viden om enzymkinetik i udviklingen af lægemidler der fungerer som enzyminhibitorer? (evt. med inddragelse af eget forsøg)

Man bør under opgaveformuleringen uddybe med mere præcise krav til hvad opgaven skal indeholde, således at eleven ikke er i tvivl om, hvad der forventes. Disse krav kan formuleres under hensyntagen til lærernes kendskab til elevens niveau. Der skal være mulighed for at eleverne kan vise, at de kan arbejde selvstændigt med emnet. Ofte vedlægges et bilag, som eleven skal inddrage i sin besvarelse for at der skal være noget i opgaveformuleringen, som eleven ikke på forhånd har kendt til. Dette bilag kan fx være en artikel om emnet eller nogle data eller figurer fra eksperimentelt arbejde med relation til emnet. Det skal i sidstnævnte tilfælde tydeligt fremgå, hvilket eksperiment, der ligger bag disse data, således at eleven har mulighed for at tolke data. Bilagsmaterialet skal være på dansk eller oversat til dansk.