

# Master i bioteknologi

---

*Studieordning*

REVISION 2013

## **Forord**

I medfør af lov nr. 652 af 24. juni 2012 om universiteter (universitetsloven) fastsættes følgende studieordning.

Studieordningen er vedtaget af Studienævnet for Kemi, Miljø og Bioteknologi ved Aalborg Universitet.

Aalborg Universitet, August 2011

Studienævnetsformand

# Indholdsfortegnelse

1.1 BEKENDTGØRELSESGRUNDLAG .....	4
1.2 FAKULTETSTILHØRSFORHOLD.....	4
1.3 STUDIENÆVNSTILHØRSFORHOLD.....	4
2.1 OPTAGELSE .....	5
2.2 STUDIESTART .....	5
2.3 UDDANNELSENS BETEGNELSE PÅ DANSK, LATIN OG ENGELSK .....	5
2.4 UDDANNELSENS NORMERING ANGIVET I ECTS .....	5
2.5 UDDANNELSENS KOMPETENCEPROFIL .....	5
3.1 OVERORDNET STRUKTUR.....	7
3.2 FAGPAKKER .....	7
3.3 PROJEKTBEKRIVELSER OG KURSER .....	7
3.3.1 <i>Fagpakke A: Bioprocesteknologi og cellebiologi</i> .....	11
3.3.2 <i>Fagpakke B: Celle- og molekylærbioteknologi</i> .....	13
3.3.3 <i>Fagpakke C: Bioproces- og levnedsmiddelteknologi</i> .....	14
3.3.4 <i>Fagpakke D: Proteinkemi og proteomics</i> .....	15
3.3.5 <i>Masterprojekt</i> .....	19
3.3.6 <i>Kursusmoduler</i> .....	22
3.3.7 <i>Valgfrie fag</i> .....	37
5.1 REGLER OM SKRIFTLIGE OPGAVER OG DETTES OMFANG.....	48
5.2 MERIT .....	48
5.3 REGLER FOR HVORNÅR DEN STUDERENDE SENEST SKAL HAVE AFSLUTTET UDDANNELSEN EFTER AT VÆRE PÅBEGYNDT DENNE .....	48
5.4 EKSAMENSREGLER .....	48
5.5 DISPENSATION .....	48

## **Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv.**

### **1.1 Bekendtgørelsesgrundlag**

Masteruddannelsen i bioteknologi er tilrettelagt i henhold til videnskabsministeriets bekendtgørelse om masteruddannelser ved universiteterne (masterbekendtgørelsen) nr. 1187 af 7. december 2009, bekendtgørelse nr. 1188 af 7. december 2009 om deltidsuddannelse, bekendtgørelse nr. 250 af 15. marts 2007 (karakterbekendtgørelsen) og Rammestudieordningen ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet.

### **1.2 Fakultetstilhørsforhold**

Masteruddannelsen hører under Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet.

### **1.3 Studienævnstilhørsforhold**

Masteruddannelsen hører under Studienævnet for Kemi, Miljø og Bioteknologi.

## Kapitel 2: Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil

### 2.1 Optagelse

Optagelse på masteruddannelsen i bioteknologi forudsætter en bacheloruddannelse i biologi, kemi el.lign. og to års relevant erhvervs erfaring.

### 2.2 Studiestart

Studiestart er normalt 1. september for efterårssemesteret og 1. februar for forårssemesteret.

For studerende, der ønsker fagpakke A, er studiestart dog omkring 15. august.

### 2.3 Uddannelsens betegnelse på dansk, latin og engelsk

Masteruddannelsen giver på dansk ret til betegnelsen Master i bioteknologi; på engelsk: Master of Biotechnology.

### 2.4 Uddannelsens normering angivet i ECTS

Masteruddannelsen er en 2-årig forskningsbaseret deltidsuddannelse. Uddannelsen er normeret til 60 ECTS. Uddannelsen kan gennemføres som heltidsuddannelse på 1 år.

### 2.5 Uddannelsens kompetenceprofil

#### *Nedenstående kompetenceprofil vil fremgå af eksamensbeviset:*

En Master har kompetencer erhvervet gennem et uddannelsesforløb, der er foregået i et forskningsmiljø.

En Master kan varetage højt kvalificerede funktioner på arbejdsmarkedet på baggrund af uddannelsen. Masteren har i forhold til bacheloren udbygget sin faglige viden og selvstændighed, således at Masteren selvstændigt anvender videnskabelig teori og metode indenfor akademisk og erhvervsmæssig/professionel sammenhæng.

#### *Beskrivelse af kvalifikationer:*

Personer, der opnår grader på dette niveau

#### *Viden*

#### Vidensfeltet

En master i bioteknologi har højeste internationale niveau forskningsbaseret viden og forståelse inden for et eller flere af følgende ingeniør- og naturvidenskabelige områder:

- bioprocesteknologi
- molekylærbiologi
- protein-bioteknologi

#### Forståelses- og reflektionsniveauet

En master i bioteknologi kan identificere, forstå og reflektere videnskabelige problemstillinger inden for vidensfeltet.

#### *Færdigheder*

#### Typen af færdigheder

En master i bioteknologi kan anvende fagområdets videnskabelige metoder og redskaber samt generelle færdigheder til identificering og analyse af komplekse problemstillinger og varetage analyse-, proces- og

produktionsopgaver inden for det bioteknologiske område.

#### Vurdering og beslutning

En master i bioteknologi kan vurdere teoretiske og praktiske bioteknologiske problemstillinger inden for bioproceteknologi, molekylærbiologi og/eller protein-bioteknologi samt på videnskabeligt grundlag opstille nye analyse- og løsningsmodeller for disse.

#### Formidling

En master i bioteknologi kan formidle bioteknologiske problemstillinger og løsninger inden for vidensfeltet til fagfæller og ikke-specialister gennem diskussion såvel som skriftlig og mundtlig afrapportering.

### *Kompetencer*

#### Handlingsrummet

En master i bioteknologi kan styre og udvikle arbejdssituationer inden for vidensfeltet, der er komplekse, uforudsigelige og forudsætter nye løsningsmodeller.

#### Samarbejde og ansvar

En master i bioteknologi kan selvstændigt indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med andre ingeniører og teknisk personale fra de bioteknologiske og beslægtede områder samt påtage sig et professionelt ansvar.

#### Læring

En master i bioteknologi kan selvstændigt tage ansvar for egen faglig udvikling.

## Kapitel 3: Uddannelsens indhold

Uddannelsen er opbygget af to fagpakker på hver 30 ECTS (svarende til 1 års fuldtidsstudium), der kan sammensættes efter interesse og de faglige forudsætninger indholdet kræver. På basis af fagpakkerne vil det være muligt at sammensætte individuelle forløb i det omfang de faglige forudsætninger samt tids- og skemamæssige hensyn tillader det. Supplerende kurser i biokemi, mikrobiologi, og kemi kan tilbydes om nødvendigt. Uddannelsen afsluttes med et master-projekt, som kan tilknyttes den pågældende fagpakke eller tage udgangspunkt i en særskilt problemstilling.

### 3.1 Overordnet struktur

Tabel 1. Uddannelsen opbygning

Fagpakke efterår		Fagpakke forår	
Kurser 15 ECTS	Projekt 15 ECTS	Kurser 15 ECTS	Masterprojekt 15 ECTS

### 3.2 Fagpakker

Fagpakkerne er sammensat efter et tematisk indhold, som vist i tabel 2a og b. Fagpakkernes projektbeskrivelser findes i afsnit 3.3 og kursusbeskrivelserne i afsnit 3.4.

Ved semesterstart efterår kan vælges mellem fagpakke 1-4, og ved semesterstart forår kan vælges mellem fagpakke 5-8. I hver fagpakke er der mulighed for frit at vælge et kursus blandt de som er angivet i tabel 3.

Alle kurser og projekter bedømmes efter 7-trinsskala.

**Tabel 2a Fagpakke 1 – 4 (efterår)**

<b>Fagpakke1: Bioraffinaderier (BR) efterår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>Mikrobiologiske processer</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Bioraffinaderiprinsipper</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	

<b>Fagpakke2: Celle og molekylær bioteknologi (CMB) efterår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>Cell Biology, Immunology and Genetics</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Molecular Biology and Bioinformatics</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	

<b>Fagpakke3: Fra spildevand til ressourcer (SR) efterår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>Microbial Biotechnology</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Mikrobiologiske processer</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	

<b>Fagpakke4: Fermentering og bioprocesteknologi (FB) efterår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>5 ECTS kursus</b>	<b>5</b>	<b>Prøve</b>
<b>Biologiske produktionsprocesser</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Reaktor og procesmodellering</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	



**Tabel 2b Fagpakke 5-8 (forår)**

<b>Fagpakke5: Biogas og bioethanol (B&amp;B) forår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>Kulhydratkemi</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Anearob bioteknologi</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	

<b>Fagpakke6: Proteinkemi og proteomics (P&amp;P) forår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>Protein Chemistry</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Protein Structure</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	

<b>Fagpakke7: Enzymteknologi (ET) forår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>Industriell mikrobiologi og levnedsmiddelkemi</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Kulhydratkemi</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	

<b>Fagpakke8: Svampebioteknologi (SB) forår</b>		
	<b>ECTS</b>	<b>Prøve</b>
<b>Svampebioteknologi</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Industriell mikrobiologi og levnedsmiddelkemi</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Valgfrit kursus</b>	<b>5</b>	<b>Intern</b>
<b>Semester- eller master-projekt</b>	<b>15</b>	<b>Ekstern</b>
<b>Ialt</b>	<b>30</b>	

**Tabel 3 Valgfri kurser**

<b>Kursus (alle 5 ECTS)</b>	<b>udbyder</b>	<b>semester</b>
Protein Chemistry	Aalborg	Forår
Protein Structure	Aalborg	Forår
Industriel mikrobiologi og levnedsmiddelkemi	Aalborg	Forår
NMR og MS	Aalborg	Forår
Kulhydratkemi	Aalborg	Forår
Modellering af heterogene processer	Aalborg	Forår
Procesteknisk laboratorieteknik	Aalborg	Efterår
Reaktor- og procesmodellering	Aalborg	Efterår
Dataopsamling og procesregulering	Aalborg	Efterår
Microbial Biotechnology	Aalborg	Efterår
Cell Biology, Immunology and Genetics	Aalborg	Efterår
Molecular Biology and Bioinformatics	Aalborg	Efterår
Microbiological Discovery	CPH	Forår
Svampebioteknologi	CPH	Forår
Anaerob bioteknologi	CPH	Forår
Kinetik og modellering af bioprocesser	CPH	Forår
Bæredygtighed	CPH	Efterår
Bioraffinaderiprincipper	CPH	Efterår
Produktion af bioaktive stoffer	CPH	Efterår
Produktion af biomaterialer og biokemikalier	CPH	Efterår
Mikrobiologiske processer	CPH	Efterår
Biologiske produktionsprocesser	CPH	Efterår

## 3.3 Projektbeskrivelser og kurser

### 3.3.1 Fagpakke 1: Bioraffinaderier

---

<b>Projektets titel</b>	<b>Bioraffinaderier: produktion af brændstof, bulk-kemikalier og foder (Biorefineries: production of biofuels, bulk-chemicals and feed)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Formål</b>	At give en introduktion til bioraffinaderikonceptet og omsætning af biomasse fra landbrug, skovbrug og indsamlet fast affald. At give et indtryk af de tekniske muligheder og bæredygtige perspektiver der ligger i at kombinere fysisk-kemisk forbehandling med bioteknologiske processer til omdannelse af biomasse til brændstof, bulk-kemikalier og foder.
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• skal kunne opstille et procesflowskema af et bioraffinaderikoncept</li><li>• demonstrere indblik i den kemiske sammensætning af biomasse fra landbrug, skovbrug og indsamlet fast affald med henblik på udnyttelse i bioraffinaderiprocesser</li><li>• skal kunne opstille masse- og energibalancer over enkelte processer</li><li>• skal demonstrere forståelse af procestekniske parametre herunder udbytter og omsætningshastigheder og deres anvendelse i design af bioraffinaderi processer</li><li>• skal demonstrere et overblik over bæredygtighedskriterier i forbindelse med biologiske processer i et bioraffinaderi.</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• skal kunne opstille masse- og energibalancer over hele bioraffinaderikonceptet</li><li>• skal kunne identificere flaskehalse og optimeringsstrategier af et bioraffinaderikoncept</li><li>• skal kunne lave en evaluering af bæredygtigheden over et samlet bioraffinaderi</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Med udgangspunkt i en udvalgt biomasse fra landbrug, skovbrug eller affaldsbehandling at beskrive et bioraffinaderikoncept til produktion af brændstof, kemikalier, materialer og/eller foder.</li><li>• Opstille masse- og energibalancer for udvalgte delprocesser i et bioreffinaderi</li><li>• Beskrive den tekniske opbygning af et bioraffinaderianlæg i de enkelte delprocesser.</li><li>• Anvende bæredygtighedskriterier til udvikling af bioraffinaderikonceptet og redegøre for miljømæssige effekter i denne sammenhæng.</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projektet tager udgangspunkt i fysisk-kemisk forbehandling af biomasse med efterfølgende mikrobiel omsætning og produktion af brændstof, bulk-kemikalier og foder. Gennemgangen skal føre til en beskrivelse af et bioraffinaderi med relevante masse- og energibalancer, processkemaer, overslag over investerings- og driftsomkostninger, redegørelse for miljømæssige konsekvenser og bæredygtighed. Projektet kan endvidere indeholde en eksperimentel del, som fokuserer på en bioteknologisk delproces til omsætningen af et udvalgt biomassebaseret substrat.

---

---

<b>Prøveform</b>	Mundtlig eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

### 3.3.2 Fagpakke 2: Celle- og molekylær bioteknologi

---

<b>Projektets titel</b>	<b>Celle og molekylær bioteknologi</b> <b>(Cell and Molecular Biotechnology)</b>
<b>Placering</b>	Efterår
<b>Formål</b>	At give den studerende indsigt i fundamentet for moderne bioteknologi med særlig vægt på eukaryoter, herunder storskala-analyse af hele genomer (genomics), af aktive gener (transcriptomics), af udtrykte proteiner (proteomics) og metabolitter (metabolomics), og hvorledes disse teknologier udnyttes i udviklingen af nye opfindelser og bioteknologiske produkter som f.eks. designede enzymer, farmaceutiske præparater og finkemikalier.
<b>Læringsmål</b>	Studerende der gennemfører modulet  Viden <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne redegøre for den centrale molekylærbiologi</li><li>• Skal kunne beskrive og benytte molekylærbiologiske teknikker anvendt i forskning og industriel udvikling</li><li>• Skal kunne redegøre for transgene teknikker og design af relevante rekombinante bioteknologiske produkter</li></ul> Færdigheder <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne anvende et omfattende repertoire af bioinformatiske analysemetoder Skal kende og kunne anvende centrale sekvensdatabaser og netbaserede sekvensanalyser</li></ul> Kompetencer <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne vurdere fordele og ulemper ved forskellige produktions-systemer og -organismer og redegøre for fremtidig brug af molekylærbiologiske teknologier til 'molecular farming'</li><li>• Skal kunne foretage en vurdering af transgene organismers egenskaber</li><li>• Skal kunne give det faglige grundlag for etiske og sikkerhedsmæssige overvejelser, der opstår ved anvendelse af rekombinante teknologier og transgene organismer</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projekter vil basere sig på aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter, typisk design og konstruktion af et gen eller en mutant og præliminær ekspresion. Arbejdet omfatter en eksperimentel molekylærbiologisk og en teoretisk bioinformatisk del.
<b>Prøveform</b>	Mundtlig eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

### 3.3.3 Fagpakke 3: Fra spildevand til ressourcer: spildevandsrensning, biogasproduktion og genbrug af ressourcer

---

<b>Projektets titel</b>	<b>Fra spildevand til ressourcer: spildevandsrensning, biogasproduktion og genbrug af ressourcer (SR) (From waste water to resources: waste water treatment, biogas production and resource recirculation)</b>
<b>Placering</b>	Efterår
<b>Formål</b>	At introducere den studerende til koblingen mellem biokemiske processer, bakteriel artssammensætning og drift af bioteknologiske anlæg, eksempelvis renseanlæg og biogasanlæg. Den studerende skal blive i stand til at forstå hvordan ændringer i anlæggets opbygning og drift kan påvirke bakteriesammensætning og i sidste ende, hvordan dette kan forventes at påvirke produktion af biogas, udvinding af fosfor og afløbskvalitet og andre ressourcer.
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne redegøre for de processer der ligger bag biologisk rensning for kulstof, kvælstof og fosfor i renseanlæg og biogasanlæg</li><li>• Skal kunne redegøre for vigtige bakteriearter og deres individuelle funktion i processerne.</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne foretage dyrkningsuafhængig analyse af bakteriesammensætninger i bioteknologiske systemer.</li><li>• Skal kunne foretage måling af procesrelevante parametre, som kan kædes sammen med bakteriesammensætningen.</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne omsætte procesrelaterede problematikker på anlægget til forventet effekt på/fra artssammensætningen.</li><li>• Skal kunne designe relevante eksperimenter til analyse af artssammensætning og funktion med henblik på at verificere hvilke arter der påvirker processen.</li><li>• Skal kunne planlægge korrigerende/optimerende handlinger ud fra analyse af artssammensætninger og slamegenskaber.</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projektet opbygges typisk omkring problematikker/optimeringer relateret til delelementer af en biologisk proces, hvor bakteriearter og procesparametre relevante for denne proces bestemmes eksperimentelt. Der udvikles konceptuelle modeller for de gældende sammenhænge, og anbefalinger til korrigerende handlinger opstilles. Der designes laboratorieforsøg til efterprøvning af anbefalingerne, og muligheder for implementering på anlæg kortlægges. Projektet kan udføres i samarbejde med en virksomhed.
<b>Prøveform</b>	Mundtlig eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

### 3.3.4 Fagpakke 4: Fermentering og bioproceteknologi

<b>Projektets titel</b>	<b>Fermentering og bioproceteknologi (Fermentation and Bioprocess Technology)</b>
<b>Placering</b>	Efterår
<b>Formål</b>	At introducere den studerende til kemiske, mikrobielle og enzymatiske processer samt bioreaktorer, styring-, regulerings- og overvågningsprincipper, instrumentering og modellerings-værktøjer. Den studerende skal blive i stand til at vælge, analysere, dimensionere og optimere ideelle processer, reaktorer og reguleringsystemer.
<b>Læringsmål</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne redegøre for basale kemiske, mikrobielle og enzymatiske produktionsprocesser og design og instrumentering af bioreaktorer</li><li>• Skal kunne redegøre for hvilke enzymer, organismer, processer og produkter, der i dag udnyttes og produceres af den bioteknologiske og farmaceutiske industri og hvordan de er frembragt</li><li>• Skal kunne redegøre for de vigtigste transportprocesser i bioreaktorer, massetransport mellem forskellige faser samt varmeudveksling</li><li>• Skal kunne redegøre for almindeligt benyttede styrings- og reguleringsprincipper (f.eks. PID regulatorer)</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne opstille kinetiske og støkiometriske modeller for ideelle (homogene) mikrobielle og enzymatiske processer vha. balanceligninger og kinetiske udtryk (f.eks. Monods ligning)</li><li>• Skal kunne opstille eksperimenter og bestemme centrale støkiometriske og kinetiske parametre som anvendes til at beskrive mikrobielle og enzymatiske reaktioner (f.eks. udbyttekoefficienter, specifikke væksthastigheder, metabolske koefficienter, enymaktiviteter m.v.) og transportprocesser (masse- og varme-transportkoefficeinter) i reaktorer</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne simulere mikrobielle og enzymatiske processer vha. analytisk og numerisk modellering og sammenligne forskellige målte og simulerede variable</li><li>• Skal kunne udvælge, indstille og optimere regulatorer til lineære og ikke-lineære processer under hensyntagen til responshastigheder og tidsforsinkelser i processer og sensorer</li><li>• Skal kunne instrumentere og implementere regulatorer i praksis</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projektet opbygges typisk omkring en mikrobiel eller enzymatisk katalyseret proces i en bioreaktor, hvor

---

støkiometriske og kinetiske konstanter, der beskriver processen, bestemmes eksperimentelt. Der udvikles modeller til beskrivelse og optimering af processen under forskellige fysiske og kemiske forhold under hensyntagen til mikroorganismernes fysiologi eller enzymets miljøkrav, og processen simuleres og sammenlignes med eksperimentelle data. Der udføres beregninger af processens udbytte og krav til reaktorens kapacitet mht. transport af gasser og varme. Regulatorer til kontrol af centrale fysiske variable designes, implementeres, simuleres og testes. Projektet kan udføres i samarbejde med en virksomhed.

**Prøveform** Mundtlig prøve på baggrund af skriftlig projektrapport og projektafslutningen.

**Vurderingskriterier** Er angivet i rammestudieordningen

---



### 3.3.5 Fagpakke 5: Biogas og bioethanol

---

<b>Projektets titel</b>	<b>Biogas og bioethanol (Biogas and bioethanol)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Formål</b>	At give en introduktion til produktion af biogas og bioethanol. At give en uddybende indsigt i centrale biologiske og tekniske problemstillinger herunder enzymatiske og mikrobielle processer samt produktionsudstyr i forbindelse med produktion af biogas og bioethanol.
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet skal kunne</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Redegøre for egnede substrater til produktion af biogas og bioethanol</li><li>• Redegøre for udvikling af mikrobielle samfund i relation til produktion af biogas</li><li>• Redegøre for - og demonstrere forståelse af enzymatiske og mikrobielle processer som udnyttes i produktion af biogas og bioethanol</li><li>• Redegøre for procesforløb i produktion af biogas og bioethanol</li><li>• Redegøre for procesudstyr til produktion af biogas og bioethanol</li><li>• Redegøre for restprodukter</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• På basis af forskellige substrater foreslå forbehandling og metoder til produktion af biogas og bioethanol</li><li>• Udføre forsøg med forbehandling af substrater til produktion af biogas og/eller bioethanol</li><li>• Udføre simple gæringsforsøg til analyse af biogas og/eller bioethanol produktion</li><li>• Skal kunne opstille massebalancer for delprocesser</li><li>• Foretage beregning og vurdering af udbytter</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Med udgangspunkt i en udvalgt biomasse fra landbrug, skovbrug eller affaldsbehandling at beskrive et overordnet procesflow til produktion af hhv. biogas og bioethanol</li><li>• På basis af viden om substrater og biologisk omsætning opstille massebalancer for udvalgte delprocesser</li><li>• Foretage en overordnet beskrivelse af den tekniske opbygning af et anlæg til produktion af hhv biogas og bioethanol</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projektet tager udgangspunkt i en enzymatisk forbehandling af biomasse med efterfølgende mikrobiel omsætning og produktion af enten biogas eller bioethanol. Gennemgangen skal føre til en overordnet beskrivelse af et procesflow og et produktionsanlæg. Projektet kan endvidere indeholde en eksperimentel del , som fokuserer på en bioteknologisk delproces til omsætningen af et udvalgt biomassebaseret substrat.
<b>Prøveform</b>	Mundtlig eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

### 3.3.6 Fagpakke 6: Proteinkemi og proteomics

---

<b>Projektets titel</b>	<b>Proteinkemi og proteomics (Protein Chemistry and Proteomics)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Formål</b>	At give den studerende grundlæggende og avanceret viden om proteiners kemi, struktur, stabilitet, modifikationer, omsætning og anvendelser, og erfaring med fremstilling, analyse og kvalitetsvurdering med henblik udnyttelse og udvikling af kendte og nye produkter. Der lægges særlig vægt på teknikker til produktion, oprensning, karakterisering, strukturbestemmelse og design af proteiner.
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne designe, producere, oprense og karakterisere proteiner, herunder bestemme aktivitet og stabilitet af enzymer og andre bioteknologiske proteiner, herunder antistoffer, antimikrobielle peptider og andre terapeutiske proteiner</li><li>• Skal kunne beskrive, modellere og vurdere proteiners struktur</li><li>• Skal kunne sammenligne og begrunde valget af anvendte produktionsorganismer, samt præparative og analytiske metoder på videnskabeligt grundlag</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne udvikle nye præparative og analytiske metoder og teknikker</li><li>• Skal kunne udvikle nye bioteknologiske og farmaceutiske produkter</li><li>• Skal kunne sammenligne og forklare praktiske og teoretisk forudsagte resultater inden for området</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projekter vil typisk omfatte proteinoprensning fra biologisk væv, væske eller cellekultur, og efterfølgende biofysisk og funktionel karakterisering. Der udføres bestemmelse af proteinstruktur, stabilitet og enzymatiske eller biologiske reaktionsmekanismer, og det fysisk-kemiske grundlag herfor beskrives. Molekylmodellering og protein-design kan indgå i projektet. Resultater forklares og sammenlignes med tidligere og teoretisk forudsagte resultater.
<b>Prøveform</b>	Individuel eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

### 3.3.7 Fagpakke 7: Enzymteknologi

<b>Projektets titel</b>	<b>Enzymteknologi (Enzyme Technology)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Formål</b>	At give en introduktion til enzyms struktur og funktion herunder substratspecificitet, selektivitet og katalytiske mekanismer. At give et indblik i enzymologi og anvendelse af enzymkatalyserede processer i levnedsmiddel- og farmaceutisk produktion samt diagnostiske kits.
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet skal kunne</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• demonstrere indsigt i enzyms struktur og funktion</li><li>• redegøre for enzymologi og enzymklasser</li><li>• demonstrere forståelse af- og indsigt i enzyms substratspecificitet og selektivitet</li><li>• demonstrere forståelse af enzymkinetik og omsætning af flere substrater og redegøre for inhiberingsmekanismer</li><li>• demonstrere forståelse af immobilisering og reaktionsbetingelsers effekt på enzyms stabilitet og kinetik.</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Udvikle og opstille enzymkatalyserede processer med henblik på anvendelse i produktion af levnedsmidler og farmaceutika samt diagnostiske kits.</li><li>• Undersøge kinetikken for en enzymkatalyseret proces og opstille et matematisk udtryk til beskrivelse af processens kinetik</li><li>• Opstille forsøg til at undersøge enzyms stabilitet</li><li>• Immobilisere enzymer ved adsorption og krydsbinding</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Udnytte viden om substratspecificitet, enzymstabilitet og kinetik til udvikling og opstilling af enzymkatalyserede processer til brug i produktion af levnedsmidler eller farmaceutika samt til diagnostiske kits.</li><li>• Udnytte viden om enzymkinetik til opstilling af forsøg til karakterisering af substratomsætning og inhiberingsmekanismer.</li><li>• Anvende viden om enzyms substratspecificitet og kinetik til at udvælge og dosere enzymaktivitet i industrielle processer og diagnostiske kits.</li><li>• Udnytte viden om enzymer og enzymkatalyserede processer til at foreslå immobiliseringsteknik.</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projektet tager udgangspunkt i en enzymkatalyseret proces med relation til enten et diagnostisk kit eller en produktion af levnedsmidler eller farmaceutika. I denne sammenhæng redegøres for relevante enzyms struktur og funktion. På denne baggrund opstilles forsøg til bedømmelse af kinetik og karakterisering af en enzymkatalyseret proces. Endvidere undersøges specifikke processer og/eller proces tekniske problemstillinger for effekter på enzym og substratomsætning i forbindelse med særlige reaktionsbetingelser eller immobilisering.
<b>Prøveform</b>	Mundtlig eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

### 3.3.8 Fagpakke 8: Svampebioteknologi

---

<b>Projektets titel</b>	<b>Svampebioteknologi (Fungal Biotechnology)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Formål</b>	Med udgangspunkt i svampes vækst og biologi at give indsigt molekylær bioteknologi herunder genom-analyse af hele genomer (genomics) og gener involverede i særskilte stofskifteprocesser eller produktion af sekundære metabolitter. Hovedformålet er ekspresion af proteiner og metabolitter med henblik på industriel bioteknologisk produktion af rekombinante enzymer, farmaceutiske præparater og fin kemikalier
<b>Læringsmål</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne redegøre for svampes vækst, næringstofbehov og reproduktion</li><li>• Skal kunne redegøre for centrale molekylærbiologiske problemstillinger i relation til svampe.</li><li>• Beskrive og benytte molekylærbiologiske teknikker i relation til svampe</li><li>• Skal kunne redegøre for transgene teknikker og grundliggende metoder til design af rekombinante bioteknologiske produkter i svampe</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne anvende molekylærbiologiske teknologier på svampe</li><li>• Skal kende og kunne anvende centrale sekvensdatabaser og netbaserede sekvensanalyser i arbejdet med svampe</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne vurdere fordele og ulemper ved forskellige produktions-systemer og -organismer og redegøre for fremtidig brug af molekylærbiologiske teknologier til 'molecular farming'</li><li>• Skal kunne foretage en vurdering af transgene organismers egenskaber</li><li>• Skal kunne give det faglige grundlag for etiske og sikkerhedsmæssige overvejelser, der opstår ved anvendelse af rekombinante teknologier og transgene organismer</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projekter vil basere sig på aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter, typisk design og konstruktion af et gen eller en mutant og præliminær ekspresion. Arbejdet omfatter en eksperimentel molekylærbiologisk og indeholder teoretisk bioinformatik
<b>Prøveform</b>	Mundtlig eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

### 3.3.9 Masterprojekt

---

<b>Projektets</b>	<b>Masterprojekt (Master's Thesis)</b>
<b>Placering</b>	Efterår eller forår
<b>Formål</b>	At give den studerende tid til en selvstændig videnskabelig fordybelse samt planlægning og gennemførelse af et videnskabeligt projekt indenfor et af uddannelsens emneområder (fagpakker).
<b>Målbeskrivelse</b>	Studerende der gennemfører modulet
<b>(Læringsmål)</b>	<p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne planlægge, gennemføre og afrapportere et individuelt forskningsprojekt indenfor aftalt tid</li><li>• Skal kunne udforme en afbalanceret og effektiv skriftlig og mundtlig formidling af et projekts resultater og konklusioner</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne gennemføre teknisk udvikling og forskning og løse komplicerede tekniske problemer ved anvendelse af videnskabelige metoder</li><li>• Skal kritisk kunne sammenligne og vurdere et projekts resultater set i forhold til eksisterende viden og anerkendte teorier inden for området</li><li>• Skal kunne inddrage samfundsmæssige, økonomiske, miljø- og arbejdsmiljømæssige konsekvenser i gennemførelsen af et projekt</li></ul>
<b>Indhold</b>	Projektemner vil hovedsageligt være relaterede til igangværende aktiviteter indenfor et udvalgt forskningsområde på Sektion for Bioteknologi. Projekter kan også gennemføres helt eller delvist i samarbejde med virksomheder eller andre danske eller udenlandske forskningsinstitutioner. Projektet vil normalt indeholde både teoretiske og eksperimentelle elementer og præsenteres i en rapport eller videnskabelig artikel, normalt udfærdiget af én studerende og i overensstemmelse med almindelige videnskabelige principper.
<b>Prøveform</b>	Mundtlig eksamination på baggrund af en skriftlig projektrapport og projektafslutningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

### 3.3.6 Kursusmoduler

#### *Svampebioteknologi*

Dansk titel	Svampebioteknologi
Engelsk titel	Fungal Biotechnology
Placering (semester)	forår
Forudsætninger	
Formål	Formålet med kurset, er at give den studerende et uddybende indblik i moderne avancerede svampebioteknologiske metoder og anvendelser i industrien og til forskningsmæssige formål.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende, der gennemgår modulet:</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne redegøre for anvendelsen af svampe i forskning og industri med speciel fokus på heterolog genteknologi</li><li>• Skal kunne beskrive anvendelsen af gær og filamentøse svampe til forskellige bioteknologiske formål</li><li>• Skal have opnået en viden om forskellen på genstruktur og genekspression i prokaryoter og eukaryoter og hvordan det kan udnyttes bioteknologisk</li><li>• Skal have opnået en forståelse for avancerede genteknologiske metoder, herunder bioinformatik</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne foreslå og anvende svampebioteknologiske metoder</li><li>• Skal kunne gøre brug af relevant genteknologisk og bioinformatisk metodik</li><li>• Skal kunne foreslå relevante metoder til at genmodificere svampe til produktion af specifikke produkter</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal kunne anvise relevante metoder til at udvikle svampe produktionsstammer</li><li>• Skal kunne vurdere hvilke analyser, der skal indgå i udvikling af svampe</li></ul>
Indhold	<p>Svampe spiller en stor rolle som produktionsorganismer for en række produkter, som f.eks. enzymer. Ved at ændre svampene genetisk kan man optimere deres proteinproduktion til forskellige formål, herunder enzymproduktion.</p> <p>I kurset gennemgås de genteknologiske metoder der bruges til optimering af svampene som produktionsorganismer til industrielle formål og til heterolog genekspression til forskningsmæssige formål. Kurset indeholder en projektbaseret teoretisk og praktisk del, hvor de studerende samarbejder i grupper om et mindre</p>

	<p>svampebioteknologisk projekt, hvortil hører en ugentlig forelæsning om relevante emner inden for området. Kurset fokuserer på:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Svampes anvendelse som produktionsstammer af enzymer og andre produkter</li> <li>• Genteknologiske redskaber til forbedring af produktionsstammer ved hjælp af pathway engineering, gene disruption og targeted gene insertion.</li> <li>• Teoretisk og praktisk indførelse i relevante molekylærbiologiske metoder som genkloning, plasmidkonstruktioner, genvariant udvikling/forbedring, protein engineering, svampetransformation og identifikation af gode enzymproducerende transformanter.</li> <li>• Anvendelse af bioinformatik</li> <li>• Upscaling fra laboratorieskala til pilot- og produktionsanlæg.</li> </ul>
Omfang i ECTS	5 ECTS
Eksamenssprog	Engelsk/dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Skriftlig prøve
Bedømmelse	Individuel bedømmelse Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Anaerob bioteknologi*

Dansk titel	Anaerob bioteknologi
Engelsk titel	Anaerobic biotechnology
Placering (semester)	forår
Forudsætninger	
Formål	Formålet med kurset er at præsentere de studerende for bioteknologisk relevante anaerobe mikroorganismer og gennem praktiske øvelser og miniprojekter at introducere metoder og teknikker til isolering, håndtering og manipulering af anaerober.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne redegøre for væsentlige grupper af anaerobe bakterier, archaea og svampe</li> <li>• skal kunne redegøre for metoder til genetisk manipulation af anaerobe mikroorganismer</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne konstruere og tilberede substrater til</li> </ul>

	<p>dyrkning af anaerobe mikroorganismer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne berige, isolere og dyrke anaerobe mikroorganismer</li> </ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan isolere håndtere og foretage eksperimenter med obligat anaerobe mikroorganismer.</li> </ul>
Indhold	<p>Anaerobe mikroorganismer omfatter mange særegne grupper (bl.a. archaea) som molekylærbiologisk og biokemisk afviger fra andre organismer og som har udviklet en række effektive enzymer og stofskifteveje for at kunne foretage en optimal udnyttelse af den sparsomme energi, der er til rådighed under iltfrie forhold.</p> <p>Anaerobe mikroorganismer spiller en central rolle i produktionen af biobrændstof, hvor størstedelen af den oprindelige energi i biomassen søges bibeholdt i produktet. På grund af atmosfærens høje iltindhold er der udviklet en stor og kompleks metodologi til isolation, dyrkning og manipulation af iltfølsomme anaerobe mikroorganismer og enzymer.</p> <p>Kurset består af 1 ugentlig forelæsning, 1 ugentlig laboratorieøvelse og miniprojekter, som udgør 1/3 af kurset. I forelæsningerne gennemarbejdes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energistofskiftet hos anaerobere – energioptimering og redoxbalancer.</li> <li>• Økologi og fysiologi og fylogeni for anaerobe mikroorganismer af potentiel relevans for bioteknologien</li> <li>• Anaerobe enzymer og enzymer fra anaerobere.</li> <li>• Basal molekylærbiologi hos archaea</li> <li>• Genetisk manipulation af extremophiler ved brug af avanceret pathway engineering.</li> </ul> <p>I øvelserne indøves alle nødvendige processer til isolation og dyrkning af anaerobere.</p> <p>I miniprojektet foretages en isolation og karakterisering af en eller flere anaerobe mikroorganismer fra forskellige miljøer.</p>
Omfang i ECTS	5 ECTS
Eksamenssprog	Engelsk/dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Skriftlig prøve
Bedømmelse	Individuel bedømmelse Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Reaktor og procesmodellering*

<b>Dansk titel</b>	<b>Reaktor- og procesmodellering</b>
<b>Engelsk titel</b>	<b>Reactor and Process Modelling</b>
<b>Placering</b>	Efterår



<b>Forudsætninger</b>	Fysisk kemi og transportprocesser
<b>Læringsmål</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne redegøre for forskellige reaktortyper anvendt i kemisk og bioteknologisk industri og i laboratoriet, samt kemiske, mikrobielle og enzymatiske produktions- og renseprocesser</li> <li>• skal kunne redegøre for de vigtigste transportprocesser i reaktorer, masstransport mellem forskellige faser samt varmeudveksling</li> <li>• skal kunne redegøre for hvorledes computerbaserede modeller anvendes til at analysere og simulere kemiske og biologiske processer</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne analysere og opstille kinetiske og støkiometriske modeller for ideelle (homogene) kemiske og mikrobielle processer vha. balanceligninger, kinetiske udtryk samt elementar- og reduktionsgradsbalancer</li> <li>• skal kunne bestemme centrale støkiometriske og kinetiske parametre til beskrivelse af kemiske og mikrobielle reaktioner (f.eks. omsætningsgrader, udbyttekoefficienter, specifikke reaktionshastigheder, enymaktiviteter m.v.) og transportprocesser i reaktorer (masse- og varmetransportkoefficienter) fra eksperimentelle data</li> <li>• skal kunne anvende computer til at programmere og simulere kemiske, mikrobielle og enzymatiske processer vha. analytisk og numerisk modellering</li> </ul>
<b>Undervisningsform</b>	Jf. afsnit 3
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design- og balanceligninger for forskellige reaktortyper (batch, CSTR, PFR, fixed og fluidized bed)</li> <li>• Hastighedsudtryk for ikke-katalyserede irreversible og reversible reaktioner (<i>Opg til selvstudium</i>)</li> <li>• Anvendelse af hastighedsudtryk og designligninger i reaktor- og processkalering, bla ved integration af designligninger og numerisk integration af Levenspiel plots (<i>Opg til selvstudium</i>)</li> <li>• Hastighedsudtryk for katalyserede reaktioner. Heterogen katalyse.</li> <li>• Hastighedsudtryk for enzymatisk katalysrede reaktioner, homogen katalyse, Michaelis Mentens model, anvendelse af hastighedsudtryk og designligninger i reaktor- og processkalering for katalyserede reaktioner</li> <li>• Autokatalytiske processer, biologiske batch-reaktioner og reaktorer, Monods vækstmodel</li> <li>• Numerisk modellering, Eulers metode</li> <li>• Numerisk modellering af proces. Del 1, vækst og omsætning af substrater i mikrobiel batch-kultur (egne data), simulering, RMSE (<i>Opg til selvstudium</i>)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuerte bioprocesser, Monods kemostatmodel</li> <li>• Opblanding og massetransport mellem faser</li> <li>• Bestemmelse af massetransportkoefficienter</li> <li>• Varmebalancer og varmeudveksling</li> <li>• Numerisk modellering af proces. Del 2, ilt- og varmetransport i mikrobiel batch-kultur (egne data), numerisk instabilitet (<i>Opg til selvstudium</i>)</li> <li>• Anden anvendelse af reaktor- og procesmodeller, fysiologisk baseret farmakokinetisk modellering</li> </ul>
<b>Prøveform</b>	Skriftlig eller mundtlig eksamen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Bioraffinaderiprincipper*

Dansk titel	Bioraffinaderiprincipper
Engelsk titel	Principles of biorefining
Placering (semester)	efterår
Forudsætninger	
Formål	Omsætningen af biomasse til biobrændstoffer, råvarer til kemikalieproduktion, foder, biokemikalier osv. kræver en lang række kemiske, fysiske og biologiske processer, som tilsammen udgør et bioraffinaderi. Formålet med kurset er at gennemgå disse processer, og gennem forelæsninger, regneøvelser, og diskussioner at bibringe studenterne en viden, således at de kan sammensætte bioraffinaderier ud fra biomassetype og mængde og produktønsker.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Efter endt kursus skal den studerende kunne</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gøre rede for eksisterende bioraffinaderikoncepter og teknologier.</li> <li>• Sammenligne forskellige typer bioraffinaderier med hinanden og med konventionelle olieraffinaderier.</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vurdere biomasse med hensyn til anvendelighed i bioraffinaderier og redegøre for hvad, der gør en givet biomasse mere eller mindre egnet hertil.</li> <li>• Identificere og analysere begrænsningerne ved eksisterende fysisk-kemiske, termokemiske, og biologiske metoder til biomasseomsætning.</li> <li>• Gøre rede for mulige teknologiske koblinger og indlejringer med anden procesindustri.</li> <li>• Opstille masse- og energibalancer for forskellige biomasseomsætninger.</li> </ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvise en passende bioraffineringsmetode til omsætning af en given biomasse til et specifikt</li> </ul>

	<p>produkt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvende én eller flere af de gennemgåede beregningsmodeller til estimering af omkostningerne og energieffektiviteten ved omsætning af forskellige biomasser til forskellige produkter.</li> <li>• Vurdere de miljømæssige konsekvenser af bioraffinaderiaktiviteter.</li> </ul>
Indhold	<p>Kurset giver studenterne et bredt kendskab til de principper og processer som er knyttet til bioraffinaderier. Dette omfatter:</p> <p>Beskrivelse af forskellige typer biomasser og deres kompatibilitet med eksisterende bioraffinaderikoncepter (lignocelluloseraffinaderier, helsædsraffinaderier, grønne raffinaderier, sukkerbaserede raffinaderier, biobrændstofferaffinaderier, og bioraffinaderier baseret på termokemiske processer) og deres produktrelevans (kulhydrat-, lignin-, protein- og aminosyre-, fedt-, olie- og kemikaliebaserede produkter samt specielle ingredienser). Beskrivelse og analyse af de enkelte procestrin (forbehandlingsmetoder, separationsteknikker, behandling og rensning af mellemprodukter, recycling af vand, spildevandsrensning osv.), som er nødvendige for en bæredygtig omsætning af biomasse til brændstoffer, kemikalier, foder og bio-baserede materialer. Analyse og beregninger af: i) biomasse produktions- og indsamlingsomkostninger, ii) kapital- og driftsomkostninger for de forskellige biomasse-omsætningstrin iii) miljømæssige konsekvenser af bioraffinaderier.</p>
Omfang i ECTS	5 ECTS
Eksamenssprog	Engelsk/Dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Skriftlig eksamen
Bedømmelse	Individuel bedømmelse Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Biologiske produktionsprocesser*

Dansk titel	Biologiske produktionsprocesser
Engelsk titel	Biological production processes
Placering (semester)	efterår
Forudsætninger	
Formål	At give den studerende grundlæggende viden om de biologiske og biokemiske processer, der er involveret i udnyttelse og omdannelse af biomasse til værdifulde produkter: Fødevarer, foder, brændstoffer, kemikalier og materialer. Kurset vil også inkludere molekylærbiologisk forståelse såvel som grundlæggende bioreaktorprincipper,

	og vil give de studerende den nødvendige viden til selvstændigt at kunne planlægge og udføre et projekt indenfor mikrobiologisk produktion.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende, der gennemgår modulet:</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal have en viden om de forskellige typer biomasser, der bruges som feedstock i bæredygtige produktionsprocesser og om basal biomassestruktur og -karakteristika</li> <li>• Skal kunne redegøre for forskellige enzymer og deres anvendelse i biologiske produktionsprocesser</li> <li>• Skal kunne forstå teorien bag molekylærbiologiske metoder til gensplejsning af mikroorganismer til biologisk produktion</li> <li>• Skal have lært om forskellige grupper af mikroorganismer og deres metabolisme</li> <li>• Skal have opnået grundlæggende viden om laboratoriepraksis til karakterisering af biomasse og dyrkning af mikroorganismer</li> <li>• Skal kunne forstå de forskellige typer af bioreaktorer og deres anvendelse i biologiske processer.</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne benytte grundlæggende molekylærbiologiske metoder til gensplejsning</li> <li>• Skal kunne foreslå og anvende relevante enzymer til biomassenedbrydning</li> <li>• Skal kunne skelne mellem forskellige hovedgrupper af mikroorganismer og deres anvendelse i en produktionsproces</li> <li>• Skal kunne skelne mellem basale typer af mikrobielle metaboliske pathways</li> <li>• Skal kunne opstille støkiometriske ligninger for mikrobiel biomasse og produktudbytte under en biologisk produktionsproces</li> <li>• Skal kunne sammenligne de vigtigste typer af bioreaktorer og foreslå den bedst egnede for en given produktionsproces</li> </ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne foreslå en biologisk produktionsproces (f.eks. biomasse, enzymer, mikroorganisme, genmodifikation) for specifikke produkter</li> </ul>
Indhold	<p>Kurset vil give de studerende et overblik over de biologiske og biokemiske processer, der benyttes til omdannelse af biomasse til værdifulde produkter. Kurset vil fokusere på de fundamentale biokemiske, mikrobiologiske og molekylærbiologiske processer, f.eks.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzymteknologi, fokuseret på biomassensammensætning og brug af enzymer til biomassenedbrydning</li> <li>• Molekylærbiologiske redskaber til mikrobiologisk produktion, herunder forbedring</li> </ul>

	<p>(genmanipulation) af mikroorganismer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anvendelse af mikroorganismer til bioproduktionsprocesser (svampe, alger, bakterier og archaea)</li> </ul> <p>Kurset vil også inkludere en introduktion til hyppigt anvendte bioreaktorer og vil også give en viden om struktur og karakteristika af de biomasser, der anvendes som feedstock i bæredygtige produktionsprocesser. Gennem kursusforløbet vil der være en ugentlig forelæsning og de studerende vil aktivt deltage i en ugentlig laboratorieøvelse, der er designede til erhvervelse af grundlæggende færdigheder i gængse laboratorieteknikker indenfor fundamentale biokemiske, molekylærbiologiske og mikrobiologiske processer.</p>
Omfang i ECTS	5 ECTS (kursus)
Eksamenssprog	Engelsk/dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Skriftlig eksamen
Bedømmelse	Individuel bedømmelse Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Mikrobiologiske processer*

<b>Dansk titel</b>	<b>Mikrobiologiske processer</b>
<b>English title</b>	<b>Microbiological processes</b>
<b>Placement</b>	Autumn
<b>Prerequisites</b>	Biochemistry
<b>Learning outcome</b>	<p>Students who have passed the module</p> <p>Knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>can present an overview over microbial physiological diversity.</li> <li>can describe the differences between prokaryotes and eukaryotes, archaea, fungi and algae.</li> <li>can account for microbial interactions</li> <li>can explain how different types of fermentative, respiring and photosynthetic microorganisms produce energy.</li> <li>can describe microbial turnover of different compounds including nutrient and carbon cycles.</li> <li>can account for industrial use of microorganisms.</li> </ul> <p>Skills</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>can establish mass and energy balances for microbial conversion.</li> <li>has an overview of important microbial interactions.</li> <li>can evaluate potential risks and safety measures when handling microorganisms.</li> </ul>

<b>Teaching form</b>	Lectures and calculation exercises
<b>Duration ECTS</b>	5 ECTS
<b>Content</b>	Modern biotechnology is to a large degree based upon the huge metabolic diversity of the microbial world. The most important of the microbial pathway types are presented and compared across the organismal groups. Also interesting pathways that so far are not exploited will be presented. Special metabolic pathways, energy metabolism and production of secondary metabolites will be discussed.
<b>Assessment</b>	Internal 4 hours written examination.
<b>Grade</b>	7-step scale
<b>Evaluation criteria</b>	As stated in the framework provisions.

### *Cellebiologi, immunologi og genetic*

<b>Titel</b>	<b>Cellebiologi, immunologi og genetic (Cell Biology, Immunology and Genetics)</b>
<b>Placering</b>	Efterår
<b>Forudsætninger</b>	Celle- og Mikrobiologi, Biokemi
<b>Formål</b>	At give den studerende et overblik over principperne i eukaryot cellebiologi og genetic.
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne redegøre for opbygningen af den eukaryote celle</li> <li>• Skal kunne beskrive de enkelte organellers funktioner og betydning for cellen</li> <li>• Skal kunne forklare hvorledes celler kommunikerer</li> <li>• Skal kunne redegøre for baggrunden for arvelighed</li> <li>• Skal kunne redegøre for teorien om arv og evolution</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne evaluere udvalgte cellebiologiske/genetiske metoder og teknikker</li> </ul>
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den eukaryote celle og dens organeller, cellemembraner og transportmekanismer</li> <li>• Cellens cytoskelet, celle-cyklus og celle-delning, herunder signal-overførsel</li> <li>• Mendels arvelighedslove</li> <li>• Kromosomer og arvelighed</li> <li>• Genotype og fænotype</li> <li>• Genetisk variabilitet og baggrunden for evolution</li> </ul>
<b>Prøveform</b>	Skriftlig prøve jf. rammestudieordningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

### *Molekylærbiologi og Bioinformatik*

<b>Titel</b>	<b>Molekylærbiologi og bioinformatik (Molecular Biology and Bioinformatics)</b>
<b>Placering</b>	Efterår

<b>Forudsætninger</b>	-
<b>Formål</b>	At den studerende opnår forståelse for bioinformatikkens brug og begrænsninger og kan anvende bioinformatiske værktøjer til søgning i databaser og analyse af data.
<b>Målbeskrivelse</b>	Studerende der gennemfører modulet
<b>(Læringsmål)</b>	<p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne redegøre for og fortolke molekylærbiologiens centrale dogme og dets implikationer</li> <li>• Skal kunne forklare for de molekylære mekanismer involveret i opbygning, strukturering og replikation af DNA</li> <li>• Skal kunne beskrive for de molekylære mekanismer involveret i gen-regulation, transkription og translation</li> <li>• Skal kunne evaluere en bred vifte af molekylærbiologiske teknikker</li> <li>• Skal kunne redegøre for principperne bag avancerede algoritmer til datamining som neurale netværk, Hidden Markov Modeller og Support Vektor Maskiner</li> <li>• Skal kunne redegøre for muligheder og begrænsninger i algoritmer til sekvens-sammenligning</li> <li>• Skal kunne redegøre for de almindelige databaser og deres opbygning.</li> <li>• Skal kunne angive kriterier for vurdering af resultater fra søge algoritmer, eks. Blast.</li> <li>• Skal kunne redegøre for fordele og ulemper ved forskellige algoritmer i molekylær phylogeni.</li> <li>• Skal kunne forklare principperne bag transkriptom-analyse og forskelle mellem microarray og SAGE teknologier.</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne anvende almindelige søgeværktøjer til at finde data og kæde databaser sammen og finde nye sammenhænge</li> <li>• Skal kunne anvende software til at planlægge og analysere molekylær biologiske forsøg, f.eks. primer-bestemmelse og kloning</li> <li>• Skal kunne anvende forskellige algoritmer til at analysere molekylær evolution af gener og proteiner</li> <li>• Skal kunne anvende algoritmer til analyse af RNA sekundær struktur</li> <li>• Skal kunne analysere data fra transkriptom-analyser som microarray og SAGE</li> <li>• Skal kunne opstille en strategi til kloning af et gen ud fra en database-søgning.</li> </ul>
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoder indenfor (rekombinant ) DNA teknologi</li> <li>• Genomics og analyse af gen ekspression</li> <li>• Nukleinsyrers struktur</li> <li>• Gener og genomer</li> <li>• DNA replikation</li> <li>• Gen-reguleringens forskellige niveauer</li> <li>• Mutationer, rekombination og repair</li> <li>• Model systemerSekvens-databaser og deres opbygning.</li> <li>• Algoritmer som f.eks. Blast.</li> <li>• Algoritmer i molekylær fylogeni.</li> <li>• Transcriptomanalyse, microarray og SAGE teknologier</li> <li>• Datamining vha. neurale netværk, Hidden Markov Modeller og Support Vektor Maskiner</li> </ul>

<b>Prøveform</b>	Mundtlig prøve
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen
<hr/>	
<b><i>Mikrobiel Bioteknologi</i></b>	
<b>English title</b>	<b>Microbial Biotechnology</b>
<b>Danish title</b>	<b>Mikrobiel bioteknologi</b>
<b>Placement</b>	1st semester
<b>Prerequisites</b>	Mathematics, chemistry and microbiology at B.Sc. level
<b>Aim</b>	The aim is to provide a fundamental understanding of how to identify prokaryotes using molecular techniques, how prokaryotes form biofilms, how to combat pathogenic and unwanted biofilms, the use of mixed microbial communities for solving environmental problems and use of microorganisms (bacteria, yeast and fungi) in the biotechnological industry.
<b>Learning outcomes</b>	<p>Students who has completed the module</p> <p>Knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can account for the formation, composition, growth and activity of mixed microbial communities</li> <li>• can describe growth of pathogenic bacteria in medical biofilms</li> <li>• can give details for methods to control unwanted biofilms</li> <li>• can explain the use of mixed communities to clean soil, water and air for C, N and P</li> <li>• can explain the use of recombinant microorganisms (bacteria, yeast, fungi) in the biotechnological industry</li> </ul> <p>Skills</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can apply bioinformatic databases and account for molecular techniques used for identification of microorganisms</li> </ul>
<b>Content</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification of microorganisms using molecular and bioinformatic approaches</li> <li>• Use of advanced microscopy for quantification of microorganisms in mixed cultures</li> <li>• Methods to determine activity of microorganisms directly in biofilm</li> <li>• Biofilm formation, composition, microbial communication and microbial communities</li> <li>• Pathogenic bacteria in biofilms – e.g. on implants and in wounds</li> <li>• Control of unwanted prokaryotes, biofouling and biocorrosion</li> <li>• Transformation of micropollutants</li> <li>• Transformation of C, N and P in mixed communities</li> <li>• Use of mixed communities to purify soil, water and air</li> <li>• Use of mixed communities and recombinant pure bacterial cultures in biotech productions</li> <li>• Use of recombinant yeast and fungi in the biotech industry</li> </ul>
<b>Language</b>	English
<b>Assesment</b>	Written examination
<b>Assesment Criteria</b>	As stated in the framework provisions



## *Industriel mikrobiologi og levnedsmiddelkemi*

<b>Dansk titel</b>	<b>Industriel mikrobiologi og levnedsmiddelkemi</b>
<b>Engelsk titel</b>	<b>Industrial Microbiology and Food Chemistry</b>
<b>Placering</b>	Efterår
<b>Forudsætninger</b>	Mikrobiologi, Biokemi
<b>Læringsmål</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• skal kunne redegøre for fødevarernes bestanddele og deres fundamentale fysisk-kemiske egenskaber</li><li>• skal kunne gøre rede for den grundlæggende fødevetoksikologi og -mikrobiologi</li><li>• skal kunne forklare grundlæggende principper der ligger til grund for eksperimentel analyse af fødevarer og forarbejdning og udvikling af industrielt fremstillede fødevarer</li><li>• skal kunne redegøre for produktion, udvikling og høst af mikrobielle metabolitter og industrielle enzymer i Bacillus, gær og filamentøse svampe, samt udvikling af rekombinante produktionsstammer</li><li>• skal kunne redegøre for hvilke mammale og humane cellelinjer, der anvendes industrielt samt redegøre for dyrkning og post-translationelle modifikationer i gær og mammale celler, samt udvikling af produktionsstammer og udstyr</li></ul>
<b>Undervisningsform</b>	Jf. afsnit 3
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tilsætningsstoffer: hvilke klasser af tilsætningsstoffer findes, hvad bliver de brugt til, hvilken lovlivning findes på området. Aroma, smag, lugt, tekstur</li><li>• Vand og vandaktivitet. Lipiders inddeling, oxidation og hærkning</li><li>• Maillard-reaktioner, dens anvendelser og konsekvenser</li><li>• Proteiner og enzymer i fødevarer.</li><li>• Lipider i fødevarer, lipidoxidation, shelf-life testing</li><li>• Kulhydrater som sødemidler, næringsmidler og strukturskabende ingredienser.</li><li>• Grundlæggende toksikokinetik og toksikodynamik</li><li>• Måling af fødevarers toksiske effekter og fastlæggelse af grænseværdier</li><li>• Fødevarer mikrobiologi, fødevarerborne infektioner, fordærv, konservering af fødevarer. Fødevarer kontrol i Danmark</li><li>• Fødevarer bioteknologi, øl og vin, mejeriprodukter, fermenterede fødevarer</li><li>• Metabolitter: ethanol, citronsyre, aminosyre, vitaminer, Saccharomyces cerevisiae, filamentøse svampe og andre anvendte organismer</li><li>• Biobrændsler, 1. og 2. generations bioetanol, biogas, biodiesel, biobrint</li><li>• Rekombinante proteiner i laboratoriet, Escherichia coli: lac-promotorer, t7-promotorer, vektorer,</li></ul>

	<p>transformation, selektion, metabolisme, dyrkning, inklusionslegemer og produkter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrielle enzymer, Bacillus og filamentøse svampe: promotorer, vektorer, kromosomal ekspression, protein-sekretion, metabolisme, dyrkning og produkter</li> <li>• Terapeutiske proteiner: Gær og mammale celle kulturer, humane cellelinjer, cancer-cellelinjer, CHO-celler, post-translational modifikationer og produkter</li> <li>• Antistoffer, hybridoma celler, dyrkning, vækstmedier, micro-carriers, flasker og bioreaktorer</li> <li>• Bioremediering</li> </ul>
<b>Prøveform</b>	Skriftlig eller mundtlig eksamen.
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Kulhydratkemi*

<b>Titel</b>	<b>Kulhydratkemi (Carbohydrate Chemistry)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Forudsætninger</b>	Organisk kemi, Biokemi
<b>Formål</b>	Den studerende skal opnå basal viden om kulhydraternes kemi, biologi og biosyntese samt om kulhydrat modificerende enzymer og deres katalytiske reaktionsmekanismer. Endvidere skal den studerende tilegne sig viden om teknologisk udnyttelse af biologiske katalysators substratspecificitet, enantio- og regioselektivitet i syntesen af nye kulhydrat baserede molekyler med henblik på industriel og medicinsk produktion og anvendelse.
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Efter kurset skal den studerende kunne</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne redegøre indgående for kulhydraternes grundlæggende opbygning og dennes betydningen for egenskaberne af deres polymere</li> <li>• Skal kunne redegøre for stivelses opbygning, kemi, karakteristika og egenskaber i et anvendelses mæssigt perspektiv</li> <li>• Skal kunne demonstrere kendskab til en række industrielt anvendte kulhydrater og deres anvendelser, heriblandt hydrokolloider i fødevarer</li> <li>• Skal kunne redegøre for de væsentligste aspekter af glykobiologien</li> <li>• Skal kunne beskrive kulhydrat-modificerende enzymer og deres katalytiske reaktionsmekanismer</li> <li>• Skal kunne redegøre for kulhydrat-aktive enzymer – herunder glycosidasers og glycosyltransferasers substratspecificitet, enantio- og regioselektivitet</li> <li>• Skal kunne redegøre for metoder til beregning af entioselektivitet samt omsætningsgrad og enatiomert overskud i reversible og irreversible processer</li> </ul>
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurset består af minimoduler bestående af en teoretisk gennemgang i form af en forelæsning og en efterfølgende</li> </ul>

---

	<p>øvelse i form af opgaver.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulhydraters struktur, biofysiske egenskaber og kemi af centrale bioteknologiske stoffer som glucose, sukrose, stivelse, cellulose, og hydrokolloider</li> <li>• Glykobiologi og tekniske anvendelser af kulhydrater</li> <li>• Glykosylering og glykosyltransferase katalyserede reaktioner</li> <li>• Lipidsyntese og modifikation</li> <li>• Syntesereaktioner i organiske solventer og katalyse i tofasesystemer</li> <li>• Immobilisering af biokatalysatorer</li> </ul>
<b>Prøveform</b>	Skriftlig eksamen jf. rammestudieordningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

---

## *Proteinkemi*

---

<b>Titel</b>	<b>Proteinkemi (Protein Chemistry)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Forudsætninger</b>	
<b>Formål</b>	<p>At give den studerende et grundigt kendskab til proteiners struktur, dynamik, stabilitet, funktioner, samspil med andre makromolekyler og vigtige analysemetoder indenfor området, samt sammenhængen mellem egenskaber og industrielle eller medicinske anvendelser.</p> <p>At den studerende opnår dybtgående forståelse af kemien, termodynamikken og reaktionskinetikken, der betinger proteiners egenskaber og anvendelser, og de tilhørende eksperimentelle teknikkers formåen.</p>
<b>Målbeskrivelse (Læringsmål)</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne redegøre i detaljer for kemien, og termodynamikken bag protein struktur, funktion og stabilitet, herunder effekten af proteinmodifikationer</li> <li>• Skal kunne forklare centrale elementer i proteinbiosyntese og processering</li> <li>• Skal kunne redegøre for protein-evolution og homologi</li> <li>• Skal kunne redegøre for det teoretiske og praktiske grundlag for massespektrometrisk, NMR og røntgenkrystallografisk proteinstruktur analyser</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne designe og fremstille rekombinante proteiner</li> <li>• Skal kunne anvende og dokumentere effekten af forskellige præparative og analytiske metoder, herunder forskellige former for kromatografi og elektroforese</li> </ul>
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminosyrernes egenskaber og modifikationer</li> <li>• Proteinstrukturer, strukturklasser og de kræfter, der bidrager til stabilitet</li> <li>• Enzymer, antistoffer, antimikrobielle peptider, terapeutiske peptider og proteiner, membranproteiner</li> <li>• Produktions- og analysemetoder</li> </ul>

---

<b>Omfang i ECTS</b>	5 ECTS
<b>Prøveform</b>	Skriftlig eksamen jf. rammestudieordningen
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

### *Proteinstruktur*

<b>Titel</b>	<b>Proteinstruktur (Protein structure)</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Forudsætninger</b>	Bioinformatik
<b>Formål</b>	At give den studerende forståelse af metoder til bestemmelse af protein struktur og mulighed for at anvende computer-baserede metoder til at generere og evaluere proteinstrukturer.
<b>Målbeskrivelse</b>	Studerende der gennemfører modulet
<b>(Læringsmål)</b>	<p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne redegøre for røntgenkrystallografisk dataopsamling og proteinstrukturbestemmelse</li> <li>• skal kunne redegøre for NMR dataopsamling og strukturbestemmelse</li> <li>• skal kunne beherske områdets basale terminologi</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vurdere nøjagtigheden af protein-modeller genereret vha. enten røntgenkrystallografi eller NMR og forstå begrænsninger/ muligheder ved de enkelte metoder</li> <li>• skal kunne anvende CD- og fluorescens-spektroskopi</li> <li>• skal kunne modellere og visualisere protein-strukturer</li> </ul>
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Røntgen krystallografi:</li> <li>• Krystalliseringsmetoder.</li> <li>• Analyse af diffraktionsdata.</li> <li>• Anvendelse af elektrontæthedskort.</li> <li>• NMR:</li> <li>• NMR databaser på WWW</li> <li>• Strukturrelevante data fra NMR</li> <li>• Strukturberedning på baggrund af NMR data</li> <li>• CD og fluorescens:</li> <li>• Analyse af data.</li> <li>• Protein modellering. Deep View vil fortrinsvist blive anvendt til modellering og strukturanalyse:</li> <li>• Sekvens analyse: Sekvens motiver og søgning i specialiserede databaser.</li> <li>• Struktur analyse: Protein struktur elementer, 3D homologi.</li> <li>• Struktur forudsigtelse: Modellering af 3D struktur baseret på sekvens homologi.</li> <li>• Solvent eksponering og elektrostatik: De underliggende principper bag 3D strukturer.</li> </ul>
<b>Prøveform</b>	Skriftlig eller mundtlig prøve efter studienævnets bestemmelser
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

### 3.3.7 Valgfri kurser

#### *Kinetik og modellering af bioprocesser*

Dansk titel	Kinetik og modellering af bioprocesser
Engelsk titel	Kinetics and modelling of bioprocesses
Placering (semester)	eterår
Forudsætninger	Foregående semestre
Formål	At give studenterne et indgående kendskab til opbygningen af bioreaktorer og den dertilhørende kinetik, samt til modellering af de biologiske processer i reaktorerne.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende der gennemgår modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal have opnået en basal viden om forskellige modelleringsteknikker af bioteknologiske processer.</li><li>• skal kunne redegøre for kinetikken i biokemiske reaktioner</li><li>• skal forstå hvordan matematiske modeller for processer og bioreaktorer er opbygget.</li></ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• skal kunne bestemme kinetikken og beregne relevante proceskinetiske parametre i en bioreaktor.</li><li>• skal kunne definere de vigtigste variable og foretage tilstrækkelige antagelser til at kunne simulere en biologisk proces matematisk.</li><li>• skal kunne udlede den matematiske model af en bioprocess.</li><li>• skal kunne anvende en matematisk model på en bioreaktor.</li></ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• skal kunne anvende matematisk modellering til design af bioteknologiske processer.</li></ul>
Indhold	Kinetiske analyser og modellering vil sammen med bioreaktor design, ligevægtsbetragtninger, yields, transportfænomener, fase-ligevægte, enzymkinetik og mikrobiel vækstkinetik danne grundlag for case studier af forskellige bioreaktorer og raffinaderikonfigurationer. I modelleringsdelen vil forskellige matematiske modeller blive anvendt til at konstruere en samlet model af de koncepter studenterne arbejder med på projektdelen eller i deres speciale. Heri vil indgå modeludvikling, estimering og fitting af procesparametre, og modelforudsigelser af produktionen i bioreaktorerne. Kurset består af 2 ugentlige forelæsninger og beregningsøvelser.
Omfang i ECTS	5 ECTS

Eksamenssprog	Engelsk/dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Skriftlig prøve
Bedømmelse	Individuel bedømmelse Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Produktion af biomaterialer og biokemikalier*

Dansk titel	Produktion af biomaterialer og biokemikalier
Engelsk titel	Production of biomaterials and biochemicals
Placering (semester)	3. semester
Forudsætninger	Kurserne "Microbiological discovery" og enten "Svampebioteknologi" eller "Anaerob bioteknologi"
Formål	Formålet med kurset er at give den studerende indblik i brugen af mikroorganismer som producenter af biomaterialer og biokemikalier.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende, der gennemgår modulet:</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne redegøre for strategier for screening af mikroorganismer, der kan producere specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> <li>• Skal kunne redegøre for strategier for, hvordan mikroorganismer kan benyttes til produktion af specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> <li>• Har opnået en viden om biokemiske pathways og hvordan disse kan modificeres ved gensplejsning til optimering af mikrobiel produktion</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne udarbejde strategier for, hvordan man screener mikroorganismer for produktion af specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> <li>• Skal kunne udarbejde strategier for, hvordan mikroorganismer kan benyttes til produktion af specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> <li>• Skal kunne udarbejde strategier for genetisk modifikation af mikroorganismer for at optimere produktion af specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> </ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne foreslå, hvordan man kan modificere biokemiske pathways i mikroorganismer til at optimere produktion af specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> </ul>
Indhold	Mikroorganismer kan anvendes til fremstilling af miljøvenlige produkter såsom biomaterialer og biokemikalier, der normalt fremstilles ved hjælp af kemiske

	<p>reaktioner i olieraffinaderier. Fremstillingen af disse produkter kan forbedres ved at ændre mikroorganismernes egenskaber genteknologisk og ved at screene for nye mikroorganismer, der har potentiale som produktionsorganismer af forskellige produkter. Kurset indeholder en projektbaseret teoretisk indføring i området hvor den nyeste litteratur skal behandles i form af 1 ugentlig forelæsning og gruppediskussion. Projektet udformes som en patentansøgning. Kurset fokuserer på:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroorganismer som cellefabrikker</li> <li>• Screening af mikroorganismer for produktion af specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> <li>• Assays for specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> <li>• Modifikation af biokemiske pathways mhp. at styre produktionen i mikroorganismene mod bestemte biomaterialer og biokemikalier ved brug af pathway engineering og bioinformatiske redskaber.</li> <li>• Modifikation af mikroorganismene mhp. at øge produktionen af specifikke biomaterialer og biokemikalier</li> </ul>
Omfang i ECTS	5 ECTS
Eksamenssprog	Engelsk/dansk
Censur	Intern bedømmelse
Prøveform	Skriftlig prøve
Bedømmelse	Individuel bedømmelse Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Produktion af bioaktive stoffer*

Dansk titel	Produktion af bioaktive stoffer
Engelsk titel	Production of bioactive compounds
Placering (semester)	3. semester
Forudsætninger	Forudgående semestre
Formål	Formålet med kurset er at give studenterne et state-of-the-art overblik og perspektiv over mulige nye metoder til fremstilling af bioaktive stoffer og relaterede råvarer til den farmaceutiske industri.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende, der gennemgår modulet:</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne redegøre for hvilke grupper af bioaktive stoffer, der kan udvindes fra forskellige biomasser, samt deres basale virkningsmekanismer</li> <li>• Skal kunne redegøre for oprensningsmetoder til oparbejdning af produkter med biologisk aktivitet</li> </ul>

- Skal have viden om produktion af bioaktive stoffer i svampe og actinomyceter

#### Færdigheder

- Skal kunne foreslå mulige modifikationer af oprensede stoffer ud fra gennemgået litteratur indenfor området

#### Kompetencer

- Skal kunne udarbejde et koncept for produktion af bioaktive stoffer af form som en patentansøgning

Indhold	<p>På grund af et manglende immunsystem producerer de fleste planter og alger en række bioaktive stoffer, som skal forhindre at de nedbrydes af bakterier og svampe. Kun nogle af disse stoffer og deres virkningsmekanismer er kendt. Sådanne stoffer, og andre bioaktive stoffer fra planter og alger, forventes at få en stigende betydning som antibiotika, præbiotika, antioxidanter, cytostatika osv. I forbindelse med oparbejdning af biomasse i bioraffinaderier kan disse stoffer skilles fra som højværdi-sideprodukter og dermed udgøre en væsentlig kilde til råmateriale for den farmaceutiske industri. Svampe og actinomyceter er i dag de vigtigste mikroorganismer, der anvendes til produktion af bioaktive stoffer. Disse organismer er hovedsageligt undersøgt for antibiotikaproduktion, men i ringere grad for andre bioaktive stoffer.</p> <p>Kurset består af en ugentlig forelæsning og artikeldiskussion, hvor de nyeste faglige udviklinger indenfor området præsenteres. Samtidig udføres et mindre projekt.</p> <p>Følgende overordnede emner behandles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oversigt over væsentlige potentielle plante- og algebaserede bioaktive stoffer (præbiotika, stoffer med antibiotisk aktivitet, phytosteroler, phenoler, antioxidanter, vitaminer, lignaner, osv.).</li> <li>• Oparbejdningemetoder til separation af start- og mellemprodukter med biologisk aktivitet.</li> <li>• Identifikation af plantemateriale som kan omsættes til højværdi bioaktive stoffer i bioraffinaderier.</li> <li>• Anvendelse af svampe og actinomyceter til produktion af bioaktive stoffer.</li> </ul> <p>I projektet udarbejdes et teoretisk koncept til produktion af et eller flere bioaktive stoffer ud fra specifikke biomasser eller med specifikke mikroorganismer. Projektet udformes som en patentansøgning.</p>
Omfang i ECTS	5 ECTS
Eksamenssprog	Engelsk/dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Skriftlig prøve
Bedømmelse	Individuel bedømmelse



	Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Microbial discovery*

Dansk titel	Microbiological discovery
Engelsk titel	Microbiological discovery
Placering (semester)	2. semester
Forudsætninger	Bestået 1. semester kurserne Mikrobiologisk produktion og Biologiske produktionsprocesser
Formål	Formålet med dette kursus er at give en grundig introduktion dels til screeningskoncepter for nye mikroorganismer med nye egenskaber og dels til molekylære metoder til at finde nye gener og genprodukter. Der lægges særlig vægt på screening for enzymproducenter og opdagelse af effektive hydrolytiske enzymer og andre bioaktive proteiner.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende, der gennemgår modulet:</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne redegøre for såkaldt klassisk screening for mikroorganismer med bestemte egenskaber</li> <li>• Skal kunne redegøre for avancerede molekylærbiologiske screeningsmetoder til identifikation af bestemte gener eller genprodukter i mikroorganismer</li> <li>• Skal kunne redegøre for fordele og begrænsninger ved forskellige screeningsmetoder</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne anvende udvalgte metoder til screening for nye mikroorganismer, gener og proteiner i praksis</li> </ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skal kunne foreslå relevante screeningsstrategier til at finde og identificere nye mikroorganismer, gener og proteiner</li> </ul>
Indhold	Der er et stadigt stigende behov for at finde nye mikroorganismer og for at identificere specielle egenskaber i kendte eller i ikke-dyrkbare mikroorganismer til forskellige formål. Kurset indeholder en projektbaseret teoretisk og praktisk del, hvor de studerende samarbejder i grupper om et mindre projekt, hvortil hører 1 ugentlig forelæsning om relevante emner inden for området. I den praktiske del vælger hver gruppe selv en screeningsstrategi

	<p>med henblik på at finde nye organismer med bestemte egenskaber. Kurset fokuserer på:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bakterier og svampe med forskellige egenskaber, f.eks. aerobe/ anaerobe, termofile/mesofile og psychrofile.</li> <li>• Klassiske screeningsstrategier for hhv. bakterier og svampe med bestemte egenskaber</li> <li>• Molekylærbiologiske screeningsstrategier for bestemte gener og/eller genprodukter</li> <li>• Teoretisk og praktisk indførelse i relevante mikrobiologiske og molekylærbiologiske metoder, såsom relevante medier til vækst af bakterier og svampe med ønskede egenskaber, konstruktion af genom- og cDNA-biblioteker, functional screening, PCR screening, metagenomics til analyse af blandede konsortier og genkloning.</li> <li>• Anvendelse af genomics, proteomics og bioinformatik</li> </ul>
Omfang i ECTS	5 ECTS
Eksamenssprog	Engelsk/Dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Skriftlig eksamen
Bedømmelse	Individuel bedømmelse Karakter efter 7-trinsskalaen
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Bæredygtighed*

Dansk titel	Bæredygtighed
Engelsk titel	Sustainability
Placering (semester)	1. Semester
Forudsætninger	
Formål	Kursets formål er at give en oversigt over bæredygtighedsbegrebet og en række af de principper og metoder, der indgår i bæredygtighedsbetragtninger.
Begrundelse	
*Læringsmål	<p>Studerende der har gennemført modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne redegøre for bæredygtighedsbegrebet i relation til energi og termodynamik, næringsstoffer, vand og drivhusgasser.</li> <li>• skal kunne redegøre for sammenhænge mellem bæredygtighed og udvikling og forstå fremskrivninger af ressource og miljø forhold, herunder globale og lokale modeller.</li> </ul>

	<p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne foretage bæredygtighedsberegninger og enkle livscyklus beregninger.</li> <li>• skal kunne sætte bæredygtighed ind i et samfundsmæssigt perspektiv.</li> <li>• skal kunne inddrage etiske betragtninger i bæredygtighedsanalyser</li> </ul> <p>Kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne analysere bioteknologiske processer med hensyn til bæredygtighed.</li> <li>• skal kunne inddrage økonomiske betragtninger i analyser af bæredygtighed.</li> </ul>
Indhold	Kurset er opbygget som 2 ugentlige teoretiske øvelser, hvor hvert tema indledes med et oplæg fra sektionens forskere eller fra inviterede gæsteforelæsere. De forskellige temaer (bæredygtighedsbegrebet; termodynamik og bæredygtighed; bæredygtighedsberegninger og livscyklusanalyser; bæredygtighed og energi, næringsstoffer, vand og drivhusgasser; bioetik og bæredygtighed; økonomi, udvikling og bæredygtighed) gennemarbejdes i cases som grundlag for diskussioner i grupper og hold. Fagets forskellige temaer indarbejdes til slut i en poster, som fremstilles gruppevis.
Omfang i ECTS	5 ECTS
Eksamenssprog	Engelsk/Dansk
Censur	Intern censur
Prøveform	Mundtlig eksamination af poster, samt skriftlig eksamen.
Bedømmelse	Individuel bedømmelse, bestået-ikke bestået.
Vurderingskriterier	Er angivet i rammestudieordningen.

### *Dataopsamling og procesregulering*

<b>Dansk titel</b>	<b>Dataopsamling og procesregulering</b>
<b>Engelsk titel</b>	<b>Data Acquisition and Process Control</b>
<b>Placering</b>	Efterår
<b>Forudsætninger</b>	Fysisk kemi, reaktor –og procesmodellering følges sideløbende.
<b>Læringsmål</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne redegøre for centrale dataopsamlingsprincipper og anvende programmeringssprog og hardware til dataopsamling, støjfiltrering og procesregulering</li> <li>• skal kunne redegøre for grundlæggende principper for styring, regulering og overvågning af processer, overføringsfunktioner og reguleringsløjfer</li> </ul>

	<p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne designe, opstille og kalibrere en dataopsamlingsenhed baseret på kommercielle tilrådighedværende komponenter</li> <li>• skal kunne anvende almindeligt forekommende styringsprincipper i eksperimentelle lineære og ikke-lineære systemer</li> <li>• skal kunne designe og indstille systemer med P, PI og PID-regulatorer under hensyntagen til systemernes tidskonstanter og tidsforsinkelser, modellere og simulere regulatorerne og redegøre for karakteristika ved P, PI og PID regulerede systemer</li> </ul>
<b>Undervisningsform</b>	Jf. afsnit 3
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analoge signaler, analog til digital konvertering, digital til analog konvertering og opsamling af analoge signaler</li> <li>• Hardware til dataopsamling (Dataopsamlingskort, dataloggere)</li> <li>• Computer-/dataopsamling interfaces (seriel, usb)</li> <li>• Grundlæggende programmering (opbygning og komponenter i programmer)</li> <li>• Programmering af dataopsamling</li> <li>• Basal støjfiltrering</li> <li>• Datahåndtering og datarepræsentation</li> <li>• Introduktion til regulering. Reguleringstyper, ON/OFF, kontinuert regulering.</li> <li>• Modeller for dynamiske systemer opstillet vha. balanceligninger</li> <li>• Proportional og Proportional-Integral regulering, egenskaber, lukket sløjfe egenskaber.</li> <li>• PID regulator indstilling vha. eksperimentelle metoder, diskretisering af regulator.</li> <li>• Modelbaseret PID regulator indstilling.</li> </ul>
<b>Prøveform</b>	Aktiv deltagelse herunder godkendt afløsningsopgave
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

### *Procesteknisk laboratorieteknik*

<b>Titel</b>	<b>Procesteknisk laboratorieteknik (Laboratory Course in Process Technology)</b>
<b>Placering</b>	Efterår (august)
<b>Forudsætninger</b>	-
<b>Formål</b>	At introducere software-pakken MathCad, give en praktiske indføring i basale reguleringsprincipper, samt give den studerende praktisk erfaring med opbygning, anvendelse og drift af bioreaktorer og separationsudstyr.
<b>Målbeskrivelse</b>	<p>Efter kurset skal den studerende kunne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• udføre simple beregninger og simuleringer i MathCad</li> </ul>

<b>(Læringsmål)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• udføre basal dimensionering af PID-regulatorer</li> <li>• redegøre for opbygning af bioreaktorer og analysere basale vækstdata</li> <li>• redegøre for principperne bag membranfiltrering og analysere basale filtreringsdata</li> </ul>
<b>Indhold</b>	<p>Kurset består af fire øvelser i laboratoriet eller ved computere og afholdes i Uge 34 og 35</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MathCad</li> <li>• Reguleringsprincipper</li> <li>• Podning og autoklavering af bioreaktorer</li> <li>• Batchkultur med <i>E. coli</i></li> <li>• Membranfiltrering</li> </ul>
<b>Omfang i ECTS</b>	4 ECTS
<b>Prøveform</b>	Deltagelse i alle øvelser samt godkendelse af minirapporter og opgavebesvarelser
<b>Bedømmelse</b>	Individuel bedømmelse bestået / ikke bestået
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

### *Modellering af heterogene processer*

<b>Titel</b>	<b>Modellering af heterogene processer</b>
<b>Engelsk titel</b>	<b>Modelling of Heterogeneous Processes</b>
<b>Placering</b>	Forår
<b>Forudsætninger</b>	Fysisk kemi og transportprocesser, Reaktor- og procesmodellering
<b>Læringsmål</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne redegøre for omsætning og massetransport i heterogene processer samt metoder til</li> <li>• beregning og evaluering af massetransport- og reaktionsbegrænsning</li> <li>• skal kunne redegøre for Computational Fluid Dynamics (CFD)-modeller til modellering af heterogene processer</li> <li>• skal kunne redegøre for basale aspekter af farmakokinetik, herunder dosering, optagelse og nedbrydning af medicin</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne opstille matematiske modeller og analytisk løsning af differentiaalligninger til beskrivelse af samtidig massetransport og omsætning</li> <li>• skal kunne analysere, beregne og dimensionere heterogene processer i flow systemer og kolonner</li> </ul>
<b>Undervisningsform</b>	Jf. afsnit 3
<b>Indhold</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opstilling af massebalancer samt analyse og design af kolonne-reaktorer herunder plug flow , packed - og fluidized bed reaktorer og immobiliserede systemer</li> <li>• Massetransport, diffusion og konvektion</li> <li>• Ikke-ideelle processer herunder beregning af massetransport- og reaktionsbegrænsning</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opstilling af matematiske modeller og analytisk løsning af differentialligninger til beskrivelse af samtidig massetransport og omsætning</li> <li>• Computational Fluid Dynamics (CFD) modellering</li> <li>• Procesdesign vha. CFD</li> <li>• Introduktion til farmakokinetik, herunder dosering, optagelse og nedbrydning af medicin samt modeller til beregning af medicinkoncentration i blodbanen</li> </ul>
<b>Prøveform</b>	Skriftlig eller mundtlig eksamen.
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen

### *NMR og MS*

<b>Dansk titel</b>	NMR og MS
<b>Engelsk titel</b>	NMR and MS
<b>Placering</b>	Forår
<b>Forudsætninger</b>	-
<b>Læringsmål</b>	<p>Studerende der gennemfører modulet</p> <p>Viden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne redegøre for de teoretiske grundlag for NMR og MS, herunder også hvordan de observerede signaler opstår</li> <li>• skal kunne redegøre for den eksperimentelle fremgangsmåde ved måling af NMR og MS data</li> </ul> <p>Færdigheder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skal kunne fortolke 1D og 2D NMR spektre, herunder være i stand til at forudsige spektre fra en given struktur, finde en ukendt struktur fra et givent spektrum eller være i stand til at tilordne NMR signaler til atomer i strukturen</li> <li>• skal kunne vurdere anvendeligheden af NMR og MS på givne kemiske/bioteknologiske/nanoteknologiske problemstillinger</li> <li>• skal kunne fortolke MALDI MS og ESI MS spektre</li> <li>• skal kunne benytte korrekte begreber, notationer og symboler fra NMR og MS litteraturen</li> </ul>
<b>Undervisningsform</b>	Jf. afsnit 3
<b>Indhold</b>	<p>I løbet af kurset bliver følgende temaer gennemgået:</p> <p>NMR: Den fysiske baggrund for NMR: kerne spin, spin i et magnetisk felt, CW-NMR, FT-NMR, radiofrekvens pulser; Spektrale Parametere: kemisk skift, skalar og dipolær kopling; Spektroskopisk Teknik: 1D eksperimenter med én eller flere pulser; Praktiske Aspekter: konstruktion af NMR spektrometere, praktisk eksperimentel NMR, signalbehandling, Kerne Magnetisk Relaxation: spin-gitter og spin-spin relaxation og disses afhængighed af molekylær mobilitet, Overhauser effekten.; 2D-NMR: begrebet 'chemical shift labelling', magnetiserings</p>

overførsel mellem spin, hvorledes opnås den anden dimension, homonuclear 2D (COSY, TOCSY, NOESY), heteronuclear 2D (HSQC, HMQC); Dynamisk NMR Spektroskopi: kemisk udveksling, linieform analyse, 'coalescence', tidsskala for NMR; Fortolkning af NMR Spektre: tilordning af signaler, bestemmelse af struktur af små molekyler; Udvalgte emner af moderne, anvendt NMR, fx: NMR af makromolekyler, 'magnetic resonance imaging', kvantemekanisk beskrivelse af NMR, metabolic profiling vha NMR; Opgaver: fortolkning af spektre, identifikation af forbindelser fra spektre, optagelse af spektre på eget spektrometer, teoretiske beregninger.

MS: Historie for MS udvikling og anvendelses muligheder inden for Bioteknologi og Kemi. De fysiske principper bag MS ionisering (matrix-assisted laser desorption ionization/elektro-spray); masse analyser (time-of flight, quadrupol, ion-fælde). MS/MS sekventering, iondetektering, reflektron. Anvendelse af on-line kromatografi (HPLC, GC, CE). Den konkrete anvendelse af forskellige MS vil blive gennemgået, f. eks. MALDI-TOF-MS og nano-spray fulgt af MS/MS til proteomanalyser. Tolkning af spektre af organiske molekyler, proteiner, peptider og DNA sekvenser, kulhydrater) og regneopgaver til at støtte den teoretiske gennemgang. Introduktion til massespektrometri baseret bioinformatik.

<b>Prøveform</b>	Skriftlig eller mundtlig eksamen.
<b>Vurderingskriterier</b>	Er angivet i rammestudieordningen.

## Kapitel 4: Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision

Studieordningen er vedtaget af K-studienævnet, godkendt af dekanen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og træder i kraft pr. 1. september 2011.

I henhold til Rammestudieordningen og kvalitetshåndbogen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet ved Aalborg Universitet skal studieordningen tages op til revision senest 5 år efter dens ikrafttræden.

Gældende version af studieordningen er offentliggjort på [www.ksn.aau.dk](http://www.ksn.aau.dk).

## **Kapitel 5: Andre regler**

### **5.1 Regler om skriftlige opgaver og dettes omfang**

I bedømmelsen af samtlige skriftlige arbejder, uanset hvilket sprog de er udarbejdet på, indgår en vurdering af den studerendes stave- og formuleringsevne. Til grund for vurderingen af den sproglige præstation lægges ortografisk og grammatisk korrekthed samt stilistisk sikkerhed. Den sproglige præstation skal altid indgå som en selvstændig dimension i den samlede vurdering. Dog kan ingen prøve samlet vurderes til bestået alene på grund af en god sproglig præstation, ligesom en prøve normalt ikke kan vurderes til ikke bestået alene på grund af en ringe sproglig præstation. Ovenstående gælder, medmindre andet er anført i forbindelse med den enkelte prøve.

Afgangs/masterprojektet skal indeholde et resumé på et fremmedsprog (engelsk, fransk, spansk eller tysk efter studienævnets godkendelse). Hvis projektet er skrevet på et fremmedsprog (engelsk, fransk, spansk eller tysk), kan resumeet skrives på dansk efter studienævnets godkendelse. Resumeet skal være på mindst 1 og må højst være på 2 sider (indgår ikke i eventuelle fastsatte minimum- og maksimumsidetal pr. studerende). Resumeet indgår i helhedsvurderingen af projektet.

### **5.2 Merit**

Studerende med andre uddannelseselementer fra anden masteruddannelse kan få merit / adgang efter studienævnets vurdering af den enkelte ansøgning (meritering).

### **5.3 Regler for hvornår den studerende senest skal have afsluttet uddannelsen efter at være påbegyndt denne**

Masteruddannelsen skal være afsluttet senest 4 år excl. orlov efter, den er påbegyndt.

### **5.4 Eksamensregler**

Eksamensreglerne fremgår af eksamensordningen, der er offentliggjort på områdets hjemmeside.

### **5.5 Dispensation**

Studienævnet kan, når der foreligger usædvanlige forhold, dispensere fra de dele af studieordningens bestemmelser, der ikke er fastsat ved lov eller bekendtgørelse. Dispensation vedrørende eksamen gælder for den først kommende eksamen.