

---

**Modulbezeichnung:** Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (CBI, MAP) (BRT\_D) **5 ECTS**  
 (Bioreaction and Bioprocess Engineering (CBI, MAP))

Modulverantwortliche/r: Ronald Gebhardt  
 Lehrende: Ronald Gebhardt, Assistenten

---

Startsemester: WS 2016/2017	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Die Vorlesung des Kernmoduls wird in Deutsch und zusätzlich in Englisch abgehalten. Allerdings muss man sich zu Beginn des Semesters auf die Vorlesung einer Sprache verbindlich festlegen. - Lecture for the core module will be held in German as well as in English. Nevertheless, it is obligatory to choose one language at the very beginning. A changing between the two lectures/two languages during the semester isn't possible.

Das Praktikum ist für die Erreichung der vollständigen ECTS-Punkte obligatorisch. Alternativ kann für eine begrenzte Anzahl von Studierenden auch das Brauseminar mit anschließendem Braupraktikum besucht werden. Hierfür bitte die gesonderten StudOn-Ankündigungen beachten. - The laboratory training is essential to achieve all needed ECTS-points for this subject. Alternatively, a limited number of students can also attend the "Brauseminar" (brewing seminar) and the laboratory training "brewing". Please, look up StudOn for additional information given, when planning has been finished.

Bioreaction and Bioprocess Engineering (CBI, MAP, MT) (WS 2016/2017, optional, Vorlesung, 2 SWS, Ronald Gebhardt)

Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (CBI, MAP, MT) (WS 2016/2017, optional, Vorlesung, 2 SWS, Ronald Gebhardt)

Brauseminar (WS 2016/2017, optional, Seminar, 1 SWS, Josef Taucher et al.)

Praktikum zur Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (nur CBI) (WS 2016/2017, optional, Praktikum, 1 SWS, Holger Hübner et al.)

Übung zur Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (CBI, MT) (WS 2016/2017, optional, Übung, 1 SWS, Holger Hübner)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

- Messtechnikpraktikum
- Messtechnik und Instrumentelle Analytik
- Mikrobiologie
- Biochemie I und II
- Biochemisches Praktikum
- Wärme- und Stoffübertragung
- Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik

---

**Inhalt:**

Vorlesung:

- Reaktionskinetische Grundlagen (mikroheterogene Katalyse, Enzymreaktionen, Enzym- und Substrathemmung)
- Wachstumskinetik
- biotechnische Produktionsprozesse (Batch-Kultur, Konti-Kultur, Produktbildung)
- klassische Verfahren (fermentierte Lebensmittel, Aminosäuren, Polysaccharide, Antibiotika)
- moderne Verfahren (GVO, Proteinsynthese, Immobilisierung)
- Bilanzierung
- Modellierung (Modellparameter, Kohlenstoffbilanz, Elementarbilanzen)
- Stoffübergang (Modelle: Zweifilm-Theorie, Penetrations-Theorie)
- Reaktormodelle
- Verweilzeitverhalten
- Reaktoren in der Biotechnik (Anwendung von Blasensäulen, Schlaufenreaktoren, Rührkessel)
- Rühren und Begasen (Rührorgane, Leistungsbedarf, Mischcharakteristik, Blasenbildung, Koaleszenz)
- Rheologie von Fermentationslösungen

- Maßstabsübertragung
- Sterilisation
- Fermenterausstattung (Mess- und Regeltechnik)

Übung:

- Erklärung der gängigsten Messgeräte für Bioprozesse.
- Berechnung von Leitparametern aus den Messergebnissen, inklusive Gasbilanz.
- Anwendung des 2-Film-Modells.

Erklärung realer Beispielprozesse aus der Industrie.

Praktikum:

- Vorbereitung durch Praktikumsseminar mit Sicherheitsbelehrung (Übung). Bei der Sicherheitsbelehrung ist die Anwesenheit - genau wie beim Laborpraktikum selbst - obligatorisch.

Inhalte:

- Reaktorfunktion und - aufbau
- Autoklavieren des Reaktors und der Peripherie
- Durchführung eines Batch-Prozesses
- Beeinflussung des Sauerstoffeintrages
- Beeinflussung des Biomasse-Wachstums
- Bestimmung relevanter Prozessparameter während des Prozesses (OUR, OTR,  $k_{la}$ , YX/S, etc.)

Braupraktikum:

Das Brauseminar dient der Vorbereitung des Braupraktikums und ist Bestandteil des Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik-Praktikums. Der Besuch des Seminars ist grundsätzlich elektiv, für die Teilnehmer des Braupraktikums jedoch obligatorisch. Das Seminar vermittelt einen Gesamtüberblick über den Brauprozess sowie über verfahrenstechnische Grundlagen zur dieser Thematik. Den Abschluss des Praktikums bildet eine schriftliche Versuchsauswertung, die als Leistungsnachweis gilt. Nur mit bestandener Klausur des Praktikums zur Bioreaktionstechnik gilt dieses Seminar als absolviert.

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- wenden die Reaktionskinetik auf biologische Prozesse an. Dabei wird besonderer Wert auf das Verständnis der mikroheterogenen Katalyse als Modell für Enzymreaktionen und auf die verschiedenen Typen der Enzymhemmung gelegt
- können Bioreaktoren unter Berücksichtigung des Stoffübergangs (2-Film-, Turbulenz-Modell) und des Misch- und Verweilzeitverhaltens auslegen. Hierbei setzen sie ihr Fachwissen über ideale Reaktormodelle in Kombination mit Sprung- und Pulsmarkierungen zur Erklärung des realen Verhaltens von Reaktoren um
- verstehen und erklären die Prinzipien biotechnischer Produktionsprozesse (batch, fed-batch, Kontinkultur), aller gängigen Reaktoren (Blasensäulen, Schlaufenreaktoren, Rührkessel) und der gängigsten Messgeräte zur Prozesskontrolle
- kennen die Regeln zur Auswahl und Anwendung von Begasungs- und Rührorganen (Leistungsbedarf, Blasenbildung, Blasengröße, Koaleszenz)
- kennen Bilanzierungsverfahren (Modellparameter, Kohlenstoff-, Elementar- und Elektronenbilanz, Kompartimentmodell) und können diese zur Berechnung von Stoffströmen und zur Abbildung realer Prozesse anwenden
- üben im Praktikum den Umgang mit Bioreaktoren und allen Komponenten und setzen dabei ihr Fachwissen über Sterilisationsmethoden (trockene und feuchte Hitze), Poren- und Tiefenfilter, die prozessbegleitende Messtechnik ( $pO_2$ , pH, Temperatur), Dichtungen (O-, Flach-, Gleitring-Dichtung) und Regelung von Bioprozessen um und vertiefen es
- können eine Kultivierung von Mikroorganismen oder das Bierbrauen eigenständig durchführen. Dabei wird das Verständnis für die wechselseitige Beeinflussung biologischer Parameter (Wachstum des Mikroorganismus, Kohlenstoffquelle, Stoffwechsel) und der physikalischen Parameter (pH, Temperatur, Sauerstoffversorgung) erhöht
- können effizient die Messdaten auswerten, wobei besonderes Augenmerk auf die Berechnung relevanter Prozessparameter (Substratverbrauch, Sauerstoffaufnahmerate, Sauerstofftransferrate,  $k_{la}$ ,

Biomasseausbeute, Wachstumsrate) und den Vergleich mit Erwartungswerten aus der Literatur und der fundierten Interpretation gelegt wird

- kennen detailliert eine Vielzahl an Herstellungsverfahren von biologischen Produkten in ihrer Gänze, die mit der Fermentationsvorbereitung, der Auswahl der Reaktoren und der Mikroorganismen beginnt, von der Prozessführung und -kontrolle gefolgt wird, und mit der Produktaufarbeitung endet. Dies umfasst die gesamte Palette erfolgreicher Bioprozesse von den klassischen, fermentierten Lebensmitteln (Bier, Wein, Essigsäure), der Herstellung von Lebensmittelzusatzstoffen (Zitronensäure, Aminosäuren, Polysacchariden), der Herstellung von Antibiotika und bis zu modernsten Verfahren (monoklonale Antikörper, rekombinante Proteine für die Medizin)
- kennen detailliert biotechnische Prozesse zum Schutz der Umwelt (kommunale, ländliche und industrielle Kläranlagen) und Energiegewinnung (Biogasanlagen, Biokraftstoffe)

#### Literatur:

Der Download der Skripten erfolgt über StudOn.

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science): 5. Semester**

(Po-Vers. 2008 | TechFak | Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Bachelorprüfung | Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI)

[2] **Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science): 5. Semester**

(Po-Vers. 2009 | TechFak | Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Bachelorprüfung | Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI)

[3] **Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science): 5. Semester**

(Po-Vers. 2010 | TechFak | Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science) | Bachelorprüfung | Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI)

[4] **Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2015w | TechFak | Chemie- und Bioingenieurwesen (Bachelor of Science) | Bachelorprüfung | Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI)

[5] **Medizintechnik (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2009 | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Modulgruppen B5 und B8.1 - Kompetenzfeld Bildgebende Verfahren | Modulgruppe B8.1 - Vertiefungsmodule ET/INF | Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI)

[6] **Medizintechnik (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2009 | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Modulgruppen B6 und B8.2 - Kompetenzfeld Gerätetechnik | Modulgruppe B8.2 - Vertiefungsmodule MB/WW/CBI | Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI)

---

#### Studien-/Prüfungsleistungen:

Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI (Prüfungsnummer: 20811)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [1], [2], [3], [5], [6])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Sofern Wiederholer die Prüfung ablegen, die die Vorlesung noch bei Prof. Buchholz gehört haben und durchgefallen sind, findet in diesem Fall die Prüfung mündlich, 30 Minuten, statt. Bitte gesondert bei [katja.steinbach@fau.de](mailto:katja.steinbach@fau.de) melden.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2016/2017, 1. Wdh.: SS 2017, 2. Wdh.: WS 2017/2018

1. Prüfer: Ronald Gebhardt

**Praktikum Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI (Prüfungsnummer: 20812)**

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [1], [2], [3], [5], [6])

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Praktikumsklausur

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2016/2017, 1. Wdh.: SS 2017, 2. Wdh.: WS 2017/2018

1. Prüfer: Ronald Gebhardt

**Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI (Prüfungsnummer: 20831)**

(englische Bezeichnung: Bioreaction and Bioprocess Engineering for CBI)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [4])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: WS 2016/2017, 1. Wdh.: SS 2017

1. Prüfer: Ronald Gebhardt

---

**Organisatorisches:**

Die Anmeldung zum Praktikum sowie die Gruppeneinteilung, etc., erfolgt ausschließlich über StudOn.