

---

**Modulbezeichnung:** Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik (MT) (BRT\_D\_MT) 5 ECTS  
 (Bioreaction and Bioprocess Engineering (MT))

Modulverantwortliche/r: Ronald Gebhardt

Lehrende: Ronald Gebhardt, Assistenten

---

Startsemester: WS 2016/2017

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (WS)

Präsenzzeit: 45 Std.

Eigenstudium: 105 Std.

Sprache: Deutsch

---

### Lehrveranstaltungen:

Die Vorlesung, Übung und Praktikum werden in Deutsch und auch zusätzlich in Englisch angeboten. Zu Semesterbeginn muss man sich auf die Lehrveranstaltungen in einer Sprache verbindlich festlegen. - Lecture, exercise and laboratory training are held in German and additionally in English language. At the beginning of a semester it is obligatory to choose on language. It isn't possible to change during the semester.

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

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

---

### Empfohlene Voraussetzungen:

- Messtechnik und Instrumentelle Analytik
  - Mikrobiologie
  - Biochemie I und II
  - 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.

### Lernziele und Kompetenzen:

Die Studierenden

- erlernen die Anwendung der Reaktionskinetik auf biologische Prozesse. Dabei wird besonderer Wert auf das Verständnis der mikroheterogenen Katalyse als Modell für Enzymreaktionen und auf die

verschiedenen Typen der Enzymhemmung gelegt.

- erlernen das Auslegen von Bioreaktoren unter Berücksichtigung des Stoffübergangs 2-Film-, Turbulenz-Modell) und des Misch- und Verweilzeitverhaltens. Hierbei werden insbesondere ideale Reaktormodelle in Kombination mit Sprung- und Pulsmarkierungen zur Erklärung des realen Verhaltens von Reaktoren eingesetzt.
- erlernen die Prinzipien biotechnischer Produktionsprozesse (batch, fed-batch, Kontikultur), aller gängigen Reaktoren (Blasensäulen, Schlaufenreaktoren, Rührkessel) und der gängigsten Messgeräte zur Prozesskontrolle.
- erlernen Regeln zur Auswahl und Anwendung von Begasungs- und Rührorganen (Leistungsbedarf, Blasenbildung, Blasengröße, Koaleszenz,
- erlernen Bilanzierungsverfahren (Modellparameter, Kohlenstoff-, Elementar- und Elektronenbilanz, Kompartimentmodell) und üben die Berechnung von Stoffströmen und die Abbildung realer Prozesse mit dem Kompartimentmodell.
- üben im Praktikum den Umgang mit Bioreaktoren und allen Komponenten, wobei insbesondere das Wissen über Sterilisationsmethoden (trockene und feuchte Hitze), Poren- und Tiefenfilter, die prozessbegleitende Messtechnik (pO<sub>2</sub>, pH, Temperatur), Dichtungen (O-, Flach-, Gleitring-Dichtung) und Regelung von Bioprozessen vertieft wird.
- üben im Praktikum die eigenständige Durchführung einer Kultivierung von Mikroorganismen oder das Bierbrauen, wobei das Verständnis für die wechselseitige Beeinflussung biologischer Parameter (Wachstum des Mikroorganismus, Kohlenstoffquelle, Stoffwechsel) und der physikalischen Parameter (pH, Temperatur, Sauerstoffversorgung) erhöht wird.
- üben die effiziente Auswertung von Messdaten, wobei besonderes Augenmerk auf die Berechnung relevanter Prozessparameter (Substratverbrauch, Sauerstoffaufnahme, Sauerstofftransfer, k<sub>la</sub>, Biomasseausbeute, Wachstumsrate), und den Vergleich mit Erwartungswerten aus der Literatur und der fundierten Interpretation gelegt wird.
- kennen und verstehen 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 und verstehen 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] **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)

[5] **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)

**[6] Medizintechnik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**

(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Kern- und Vertiefungsmodulare der Kompetenzfelder | Studienrichtung Bildgebende Verfahren | B8 Vertiefungsmodulare ET/INF | Vertiefungsmodulare aus dem Sockel beider Studienrichtungen)

**[7] Medizintechnik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**

(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Kern- und Vertiefungsmodulare der Kompetenzfelder | Studienrichtung Gerätetechnik | B8 Vertiefungsmodulare MB/WW/CBI | Vertiefungsmodulare aus dem Sockel beider Studienrichtungen)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Mündliche Prüfung Bioreaktions- und Bioverfahrenstechnik für CBI (Prüfungsnummer: 20811)

(englische Bezeichnung: Oral Examination on Bioreaction and Bioprocess Engineering for CBE)

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

1. Prüfer: Ronald Gebhardt (100564)

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

(englische Bezeichnung: Laboratory: Bioreaction and Bioprocess Engineering for CBE)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [1], [2], [3], [4], [5])

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Scheinklausur

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

1. Prüfer: Ronald Gebhardt (100564)

---

**Organisatorisches:**

- Die Anmeldung zur Vorlesung ist erforderlich und erfolgt ausschließlich über StudOn.