



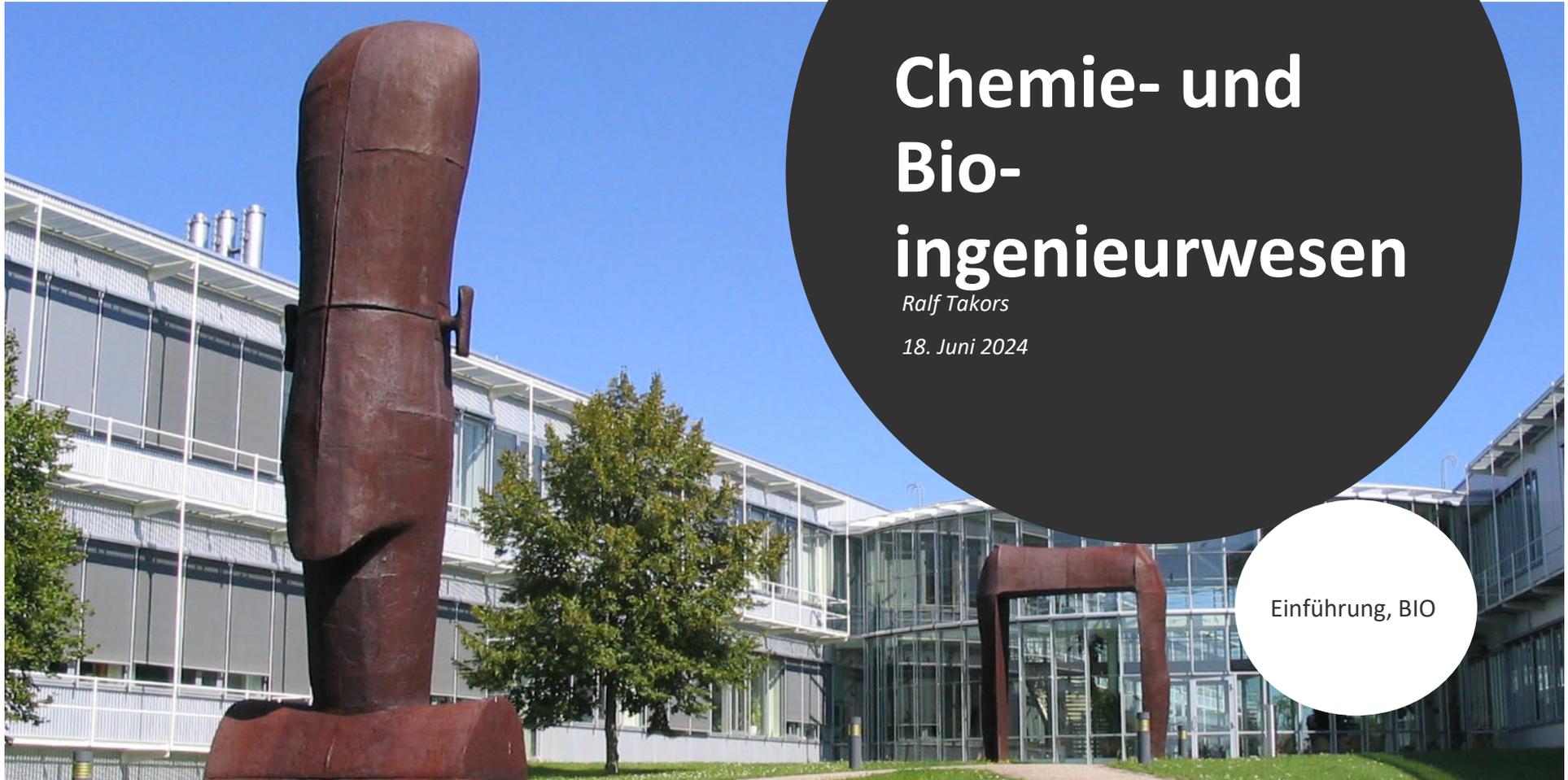
University of Stuttgart
Institute of Biochemical Engineering (IBVT)
Allmandring 31, 70569 Stuttgart, Germany
www.ibvt.uni-stuttgart.de

Chemie- und Bio- ingenieurwesen

Ralf Takors

18. Juni 2024

Einführung, BIO



Unabhängig von der Vertiefung gilt: Sie ...

- verfügen über ein **breites und fundiertes mathematisches, natur- und ingenieurwissenschaftliches Grundlagenwissen**, das sie befähigt, die grundlegenden Probleme und Aufgabenstellungen der Verfahrenstechnik zu verstehen sowie den multidisziplinären Zusammenhang der Ingenieurwissenschaften zu verstehen.
- verfügen über grundlegendes **Fachwissen auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik** und können Aufgabenstellungen (Prozesse, Produkte) der Verfahrenstechnik grundlagen-orientiert erkennen, beschreiben und lösen, analysieren und bewerten.
- haben ein grundlegendes **Verständnis für Entwicklungsmethoden** und verfügen über die Fertigkeit, Entwürfe für verfahrenstechnische Produkte, Prozesse sowie Ausrüstungen entsprechend dem Stand ihres Wissens und Verstehens und nach spezifizierten Anforderungen zu erarbeiten.

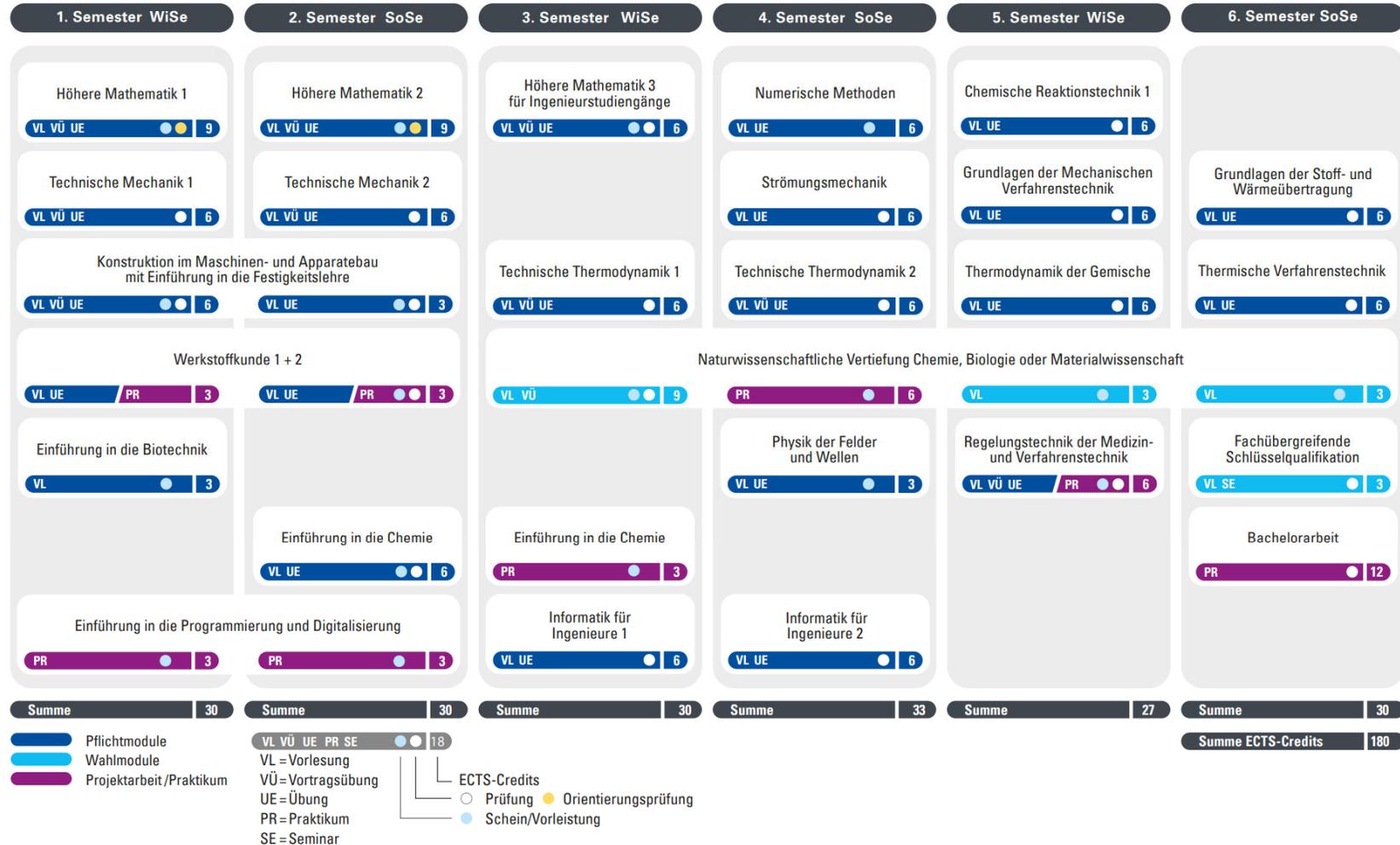
Unabhängig von der Vertiefung gilt: Sie ...

- haben **grundlegendes Verständnis über experimentelle Untersuchungsmethoden in den Naturwissenschaften und der Verfahrenstechnik** und verfügen über die Fertigkeit, Experimente zu planen und durchzuführen, die Daten grundlegend zu interpretieren und daraus geeignete Schlüsse zu ziehen.
- besitzen Verständnis für in verschiedenen Arbeitsfeldern anwendbare verfahrenstechnische Prozesse und Ausrüstungen, für deren Grenzen und können ihr **Wissen unter Berücksichtigung prozesstechnischer, energetischer, wirtschaftlicher, ökologischer und sicherheitstechnischer Erfordernisse verantwortungsbewusst anwenden**.
- können mit **Spezialisten verschiedener Disziplinen kommunizieren** und zusammenarbeiten, verfügen über eine verantwortliche und selbständige wissenschaftliche Arbeitsweise.

Sie sind qualifiziert für ein Master-Studium.

Studienverlaufsplan

B. Sc. Chemie- und Bioingenieurwesen



B. Sc. Chemie- und Bioingenieurwesen, Vertiefung Biologie

1. Semester WiSe	2. Semester SoSe	3. Semester WiSe	4. Semester SoSe	5. Semester WiSe	6. Semester SoSe
<p>Höhere Mathematik 1 VL VÜ UE 9</p> <p>Technische Mechanik 1 VL VÜ UE 6</p> <p>Konstruktion im Maschinen- und Apparatebau mit Einführung in die Festigkeitslehre VL VÜ UE 6</p> <p>Werkstoffkunde 1 + 2 VL UE / PR 3</p> <p>Einführung in die Biotechnik VL 3</p> <p>Einführung in die Programmierung und Digitalisierung PR 3</p> <p>Summe 30</p>	<p>Höhere Mathematik 2 VL VÜ UE 9</p> <p>Technische Mechanik 2 VL VÜ UE 6</p> <p>Einführung in die Chemie VL UE 6</p> <p>Einführung in die Programmierung und Digitalisierung PR 3</p> <p>Summe 30</p>	<p>Höhere Mathematik 3 für Ingenieurstudiengänge VL VÜ UE 6</p> <p>Technische Thermodynamik 1 VL VÜ UE 6</p> <p>Zellphysiologie PR 3</p> <p>Bioverfahrenstechnik VL 6</p> <p>Einführung in die Chemie PR 3</p> <p>Informatik für Ingenieure 1 VL UE 6</p> <p>Summe 30</p>	<p>Numerische Methoden VL UE 6</p> <p>Strömungsmechanik VL UE 6</p> <p>Technische Thermodynamik 2 VL VÜ UE 6</p> <p>Zellphysiologie VL / PR 6</p> <p>Physik der Felder und Wellen VL UE 3</p> <p>Informatik für Ingenieure 2 VL UE 6</p> <p>Summe 33</p>	<p>Chemische Reaktionstechnik 1 VL UE 6</p> <p>Grundlagen der Mechanischen Verfahrenstechnik VL UE 6</p> <p>Thermodynamik der Gemische VL UE 6</p> <p>Einführung in die Biochemie VL UE 3</p> <p>Regelungstechnik der Medizin- und Verfahrenstechnik VL VÜ UE / PR 6</p> <p>Summe 27</p>	<p>Grundlagen der Stoff- und Wärmeübertragung VL UE 6</p> <p>Thermische Verfahrenstechnik VL UE 6</p> <p>Fachübergreifende Schlüsselqualifikation VL SE 3</p> <p>Bachelorarbeit PR 12</p> <p>Summe 30</p> <p>Summe ECTS-Credits 180</p>

■ Pflichtmodule
■ Wahlmodule
■ Projektarbeit/Praktikum

VL VÜ UE PR SE 18
 VL = Vorlesung
 VÜ = Vortragsübung
 UE = Übung
 PR = Praktikum
 SE = Seminar

ECTS-Credits
○ Prüfung ● Orientierungsprüfung
● Schein/Vorleistung

Plan Chemie- und Bioingenieurwesen, Vertiefung Biologie

1. Semester WiSe	2. Semester SoSe	3. Semester WiSe	4. Semester SoSe	5. Semester WiSe	6. Semester SoSe
Höhere Mathematik 1 VL VÜ UE ●●● 9	Höhere Mathematik 2 VL VÜ UE ●●● 9	Höhere Mathematik 3 für Ingenieurstudiengänge VL VÜ UE ●●● 6	Numerische Methoden VL UE ●●● 6	Chemische Reaktionstechnik 1 VL UE ●●● 6	
Technische Mechanik 1 VL VÜ UE ●●● 6	Technische Mechanik 2 VL VÜ UE ●●● 6		Strömungsmechanik VL UE ●●● 6	Grundlagen der Mechanischen Verfahrenstechnik VL UE ●●● 6	Grundlagen der Stoff- und Wärmeübertragung VL UE ●●● 6
Konstruktion im Maschinen- und Apparatebau mit Einführung in die Festigkeitslehre VL VÜ UE ●●● 6		Technische Thermodynamik 1 VL VÜ UE ●●● 6	Technische Thermodynamik 2 VL VÜ UE ●●● 6	Thermodynamik der Gemische VL UE ●●● 6	Thermische Verfahrenstechnik VL UE ●●● 6
Werkstoffkunde 1 + 2 VL UE / PR ●●● 3					
Einführung in die Biotechnik 3 LP (Siemann-Herzberg)		Zellphysiologie 3 LP + 6 LP (Christen, Siemann-Herzberg)		Einführung in die Biochemie 3LP + 3 LP (Jeltsch)	
		Bioverfahrenstechnik 6LP (Takors)	Physik der Felder und Wellen VL UE ●●● 3	Regelungstechnik der Medizin- und Verfahrenstechnik VL VÜ UE / PR ●●● 6	Fachübergreifende Schlüsselqualifikation VL SE ●●● 3
	Einführung in die Chemie VL UE ●●● 6	Einführung in die Chemie PR ●●● 3			Bachelorarbeit PR ●●● 12
Einführung in die Programmierung und Digitalisierung PR ●●● 3		Informatik für Ingenieure 1 VL UE ●●● 6	Informatik für Ingenieure 2 VL UE ●●● 6		
Summe 30	Summe 30	Summe 30	Summe 33	Summe 27	Summe 30
	VL VÜ UE PR SE ●●● 18				Summe ECTS-Credits 180

- Pflichtmodule
- Wahlmodule
- Projektarbeit /Praktikum
- VL = Vorlesung
- VÜ = Vortragsübung
- UE = Übung
- PR = Praktikum
- SE = Seminar
- ECTS-Credits
- Prüfung ● Orientierungsprüfung
- Schein/Vorleistung

Plan Chemie- und Bioingenieurwesen, Vertiefung Biologie

1. Semester WiSe	2. Semester SoSe	3. Semester WiSe	4. Semester SoSe	5. Semester WiSe	6. Semester SoSe
Höhere Mathematik 1 VL VÜ UE ●●● 9	Höhere Mathematik 2 VL VÜ UE ●●● 9	Höhere Mathematik 3 für Ingenieurstudiengänge VL VÜ UE ●●● 6	Numerische Methoden VL UE ●●● 6	Chemische Reaktionstechnik 1 VL UE ●●● 6	
Technische Mechanik 1 VL VÜ UE ●●● 6	Technische Mechanik 2 VL VÜ UE ●●● 6		Strömungsmechanik VL UE ●●● 6	Grundlagen der Mechanischen Verfahrenstechnik VL UE ●●● 6	Grundlagen der Stoff- und Wärmeübertragung VL UE ●●● 6
Konstruktion im Maschinen- und Apparatebau mit Einführung in die Festigkeitslehre VL VÜ UE ●●● 6		Technische Thermodynamik 1 VL VÜ UE ●●● 6	Technische Thermodynamik 2 VL VÜ UE ●●● 6	Thermodynamik der Gemische VL UE ●●● 6	Thermische Verfahrenstechnik VL UE ●●● 6
Werkstoffkunde 1 + 2 VL UE / PR ●●● 3		VL Mikrobiologie für Ingenieure	L /10: Bioprozesstechnik	Einführung in die Biochemie 3LP + 3 LP (Jeltsch)	
		L/02: Mikrobiologische Grundlagen			
Einführung in die Biotechnik 3 LP (Siemann-Herzberg)		Bioverfahrenstechnik 6LP (Takors)	Physik der Felder und Wellen VL UE ●●● 3	Regelungstechnik der Medizin- und Verfahrenstechnik VL VÜ UE / PR ●●● 6	Fachübergreifende Schlüsselqualifikation VL SE ●●● 3
	Einführung in die Chemie VL UE ●●● 6	Einführung in die Chemie PR ●●● 3			Bachelorarbeit PR ●●● 12
Einführung in die Programmierung und Digitalisierung PR ●●● 3		Informatik für Ingenieure 1 VL UE ●●● 6	Informatik für Ingenieure 2 VL UE ●●● 6		
Summe 30	Summe 30	Summe 30	Summe 33	Summe 27	Summe 30
Summe ECTS-Credits 180					

■ Pflichtmodule
■ Wahlmodule
■ Projektarbeit /Praktikum

● VL = Vorlesung
● VÜ = Vortragsübung
● UE = Übung
● PR = Praktikum
● SE = Seminar

● ECTS-Credits
● Prüfung ● Orientierungsprüfung
● Schein/Vorleistung

Wer sollte die Vertiefung ‚Bio-‘ wählen ?

.... die, die sich den Nachhaltigkeitszielen der UN verpflichtet fühlen



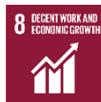
- Entwicklung von Medikamenten und deren Produktion (Rote Biotechnologie)



- Vermeidung von Produktionsprozessen, die in Konkurrenz mit Nahrungsmitteln stehen
- Herstellung von Nahrungsmitteln



- Co-Production von Nachhaltiger Energie z.B. aus Biomasse



- Nachhaltiges wirtschaftliches Wachstum durch Jobs, die die Umwelt nicht gefährden



- Technologische Prozesse mit höherer energetischen und Ressourcen Effizienz



- Wiederverwendung von CO₂ und CO in Richtung einer Kreislaufwirtschaft



- Reduktion des CO₂ Fußabdrucks zur Reduktion der globalen Erwärmung



- Vermeidung der Waldrodung durch Erschließung anderer Substratquellen

Wer sollte die Vertiefung ‚Bio-‘ wählen ?

.... die, die sich den Nachhaltigkeitszielen der UN verpflichtet fühlen



- Entwicklung von Medikamenten und deren Produktion (Rote Biotechnologie)

Mega-Trends:

- Weltweit zunehmende Bevölkerung
- Alterende Bevölkerung in der entwickelten Welt
- Neue Methoden / Medikamente

BioVT Lösungen für die Identifizierung neuer Biopharmazeutika und deren Produktion sind gefragt!

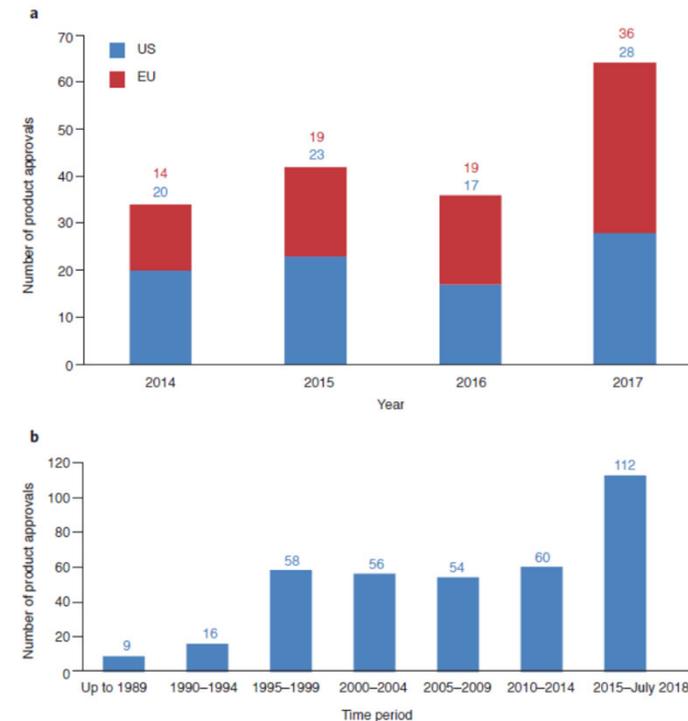


Figure 1 Product approvals profile. (a) Annual product approval numbers (by product trade name) by individual region. (b) Number of product approvals in one or both regions over the indicated periods.

Walsh, *Nature Biotechnol.*, 2018

Produkte der Roten Roten Biotechnologie

Nine Major Product Classes

Aggarwal, Nature Biotechnol. (2012)

- monoclonal antibodies (mAb)
- hormones
- growth factors
- fusion proteins
- cytokines
- blood factors
- therapeutic enzymes
- recombinant vaccines
- anti-coagulants

Monoclonal Antibodies Continue to Reign Supreme...

Walsh, Nature Biotechnol. (2018)

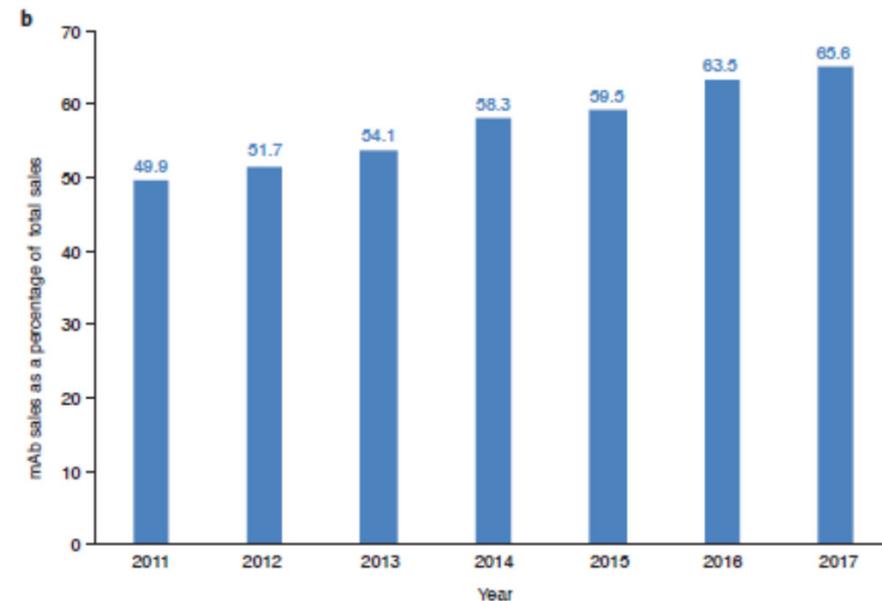
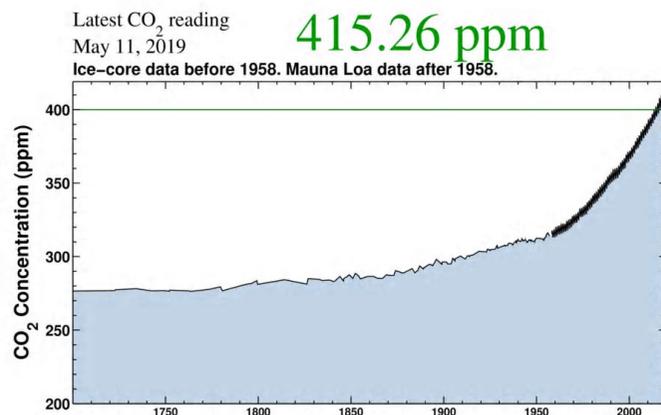


Figure 2 Overview of mAb approvals. (a) mAbs approved for the first time in the indicated periods, expressed as a percentage of total biopharmaceuticals approved for the first time in the same time period. (b) mAbs global annual sales value expressed as a percentage of total biopharmaceutical global sales for the indicated years. Financial data from La Merie Business Intelligence.

... but gene therapy gets momentum...

Wer sollte die Vertiefung ‚Bio-‘ wählen ?

... die, die sich den Nachhaltigkeitszielen der UN verpflichtet fühlen



Nicht die vermeindliche Ölnappheit zwingt Firmen zum umdenken, sondern die CO₂ Problematik.

- Seit Beginn der Industrialisierung + 180 ppm_{CO₂}, was einer Wärmestrahlung von 2 W/m² entspricht
- Seit 1970: + 25%
- 12/2015 Pariser Klima Abkommen
- Deutschland 2020: Kabinettsbeschluss Bioökonomie
- Deutschland: CO₂ Steuer 25 €/ton (seit 01/2021) steigend bis 55 €/ton (2025)
- EU: Green Deal: CO₂ neutral 2050
- BASF: CO₂ neutral 2030
- Lanxess: CO₂ neutral 2040 ...

Kleine Auswahl von Unternehmen mit Biotech Produktion ...



Die Vertiefung Bioingenieurwesen vermittelt die zusätzlichen Qualifikationen ...

- Überblick über Art und Einsatzbereiche biotechnischer Prozesse
- aktuelle und zukünftige Bedeutung biotechnischer Verfahren und Produkte
- Spezifisches Knowhow zu deren Entwicklung, Auslegung und Betrieb
- Theoretische biologische Grundlagen (Biochemie, Mikrobiologie, Physiologie)
- Praxiseinführung (monoseptisches Arbeiten, Grundlagen im Labor, Fermentation...)
- ...

1. Semester: Einführung in die Biotechnik (Basismodul, 3 LP, Siemann-Herzberg)

Inhalt:

Kapitel 1: Einführung in die Biotechnologie

Kapitel 2: Biomasse und Energie

ausgewählte Beispiele aus der:

Kapitel 3: Umweltschutztechnik

Kapitel 4: Mikrobiologische/Industrielle Biotechnologie

Kapitel 5: Agrarbiotechnologie

Kapitel 6: Pharmazeutischen/Medizinischen Biotechnologie

KLAUSUR: OHNE Hilfsmittel; Grundlage ist die Vorlesung + Fragenkatalog. Anmeldung **NUR** über das Prüfungsamt.



3. Semester: Bioverfahrenstechnik (Vertiefungsfach, 6 LP, Takors)

Lernziele:

Die Studierenden kennen die Grundlagen zur

- **kinetischen Modellierung biologischer Systeme,**
- **der Bilanzierung,**
- **Prozessführung,**
- **Maßstabsübertragung** und
- **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung** von **Bioprozessen,**

um diese dementsprechend auslegen zu können. Die Studierenden kennen und verstehen die für diese Aufgabe notwendigen Ansätze und sind in der Lage, diese auch an einfachen Beispielen anzuwenden.

3. Semester: Bioverfahrenstechnik (Vertiefungsfach, 6 LP, Takors)

- Grundlagen der chemischen / enzymatischen Reaktionstechnik
- Kinetik enzymkatalysierter Reaktionen
- Wiederholung substanzieller Eigenschaften des mikrobiellen Stoffwechsels
- Einführung in die Bioreaktionstechnik
- unstrukturierte Modelle des Wachstums und der Produktbildung
- Maintenance
- Prinzipien der Prozessführung und Bilanzierung von Bioprozessen
- Grundlagen des Stofftransports in Biosuspensionen
- Grundtypen von Bioreaktoren
- Leistungseintrag, Mischzeit, Wärmetransport
- scale-up
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

3.+4. Semester: Zellphysiologie (Vertiefungsfach, 6 LP + 3LP, ...)

Lernziele:

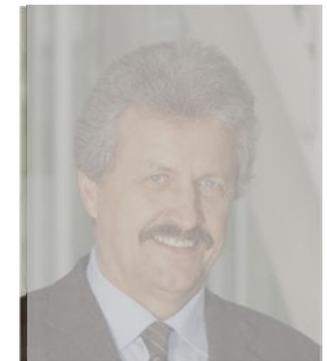
1. Die Studierenden kennen die biologischen Zusammenhänge des zellulären Wachstums (Bakterien, Hefen).
2. Sie kennen die Grundlagen des monoseptischen Arbeitens bis in den Bioreaktor.

Diese wenden Sie zur Herstellung von Wertstoffen in produktionsnahen Prozessen an.

3. Semester: Zellphysiologie (Vertiefungsfach, 6 LP + 3LP, ... Sprenger)

VL: Mikrobiologie für Ingenieure (Sprenger/Beat Christen 3 LP, WS)

- Vorkommen und Isolierung Sporenbildung
- Aufbau von Bakterien und Hefen
- Prinzipien des Stoffwechsels
- Vorstellung ausgewählter Biosynthesewege
- Grenzen des Wachstums (Temperatur, pH, Sterilisation, Antibiotika)
- Einführung in die Molekularbiologie und Genetik



3. Semester:

Zellphysiologie (Vertiefungsfach, 6 LP + 3LP, ...Takors/Siemann-Herzberg)

Übung: Praktische Grundlagen Biologischer Arbeiten (Takors/Siemann-Herzberg 3 LP, SoSe)

Blockveranstaltung: 1 Woche

Vermittelt werden mikrobiologische Grundlagen:

- Steriles Arbeiten im Labor (u.a. Sterilisationstechniken, Sterilwerkbank)
- Kultivierungstechniken auf Fest- und in Flüssigkultur
- Impf- und Probennahmetechniken
- Bestimmung der Zellzahl und Zellmasse in Populationen
- Lichtmikroskopische Untersuchungen von Mikroorganismen



4. Semester:

Zellphysiologie (Vertiefungsfach, 6 LP + 3LP, ...Takors/Siemann-Herzberg)

Übung: Laborpraktikum Bioprozesstechnik (Siemann-Herzberg 3 LP, WS)

Blockveranstaltung: 1 Woche

- Messtechnik und Bioreaktoren
- Technik der Kultivierung in Bioreaktoren
- Beschreibung des Wachstums-und Produktionsverhaltens von produktions-relevanten Organismen in Bioreaktoren



5.+ 6. Semester: Einführung in die Biochemie (Vertiefungsfach, 3 + 3 LP, Jeltsch)

Teil 1 (WS)

- Grundlagen der Chemie
- Struktur und Eigenschaften von Aminosäuren
- Proteinstruktur und –Faltung und -Funktion
- Enzym Mechanismen und Kinetik
- Nukleotides und Struktur von Nukleinsäuren

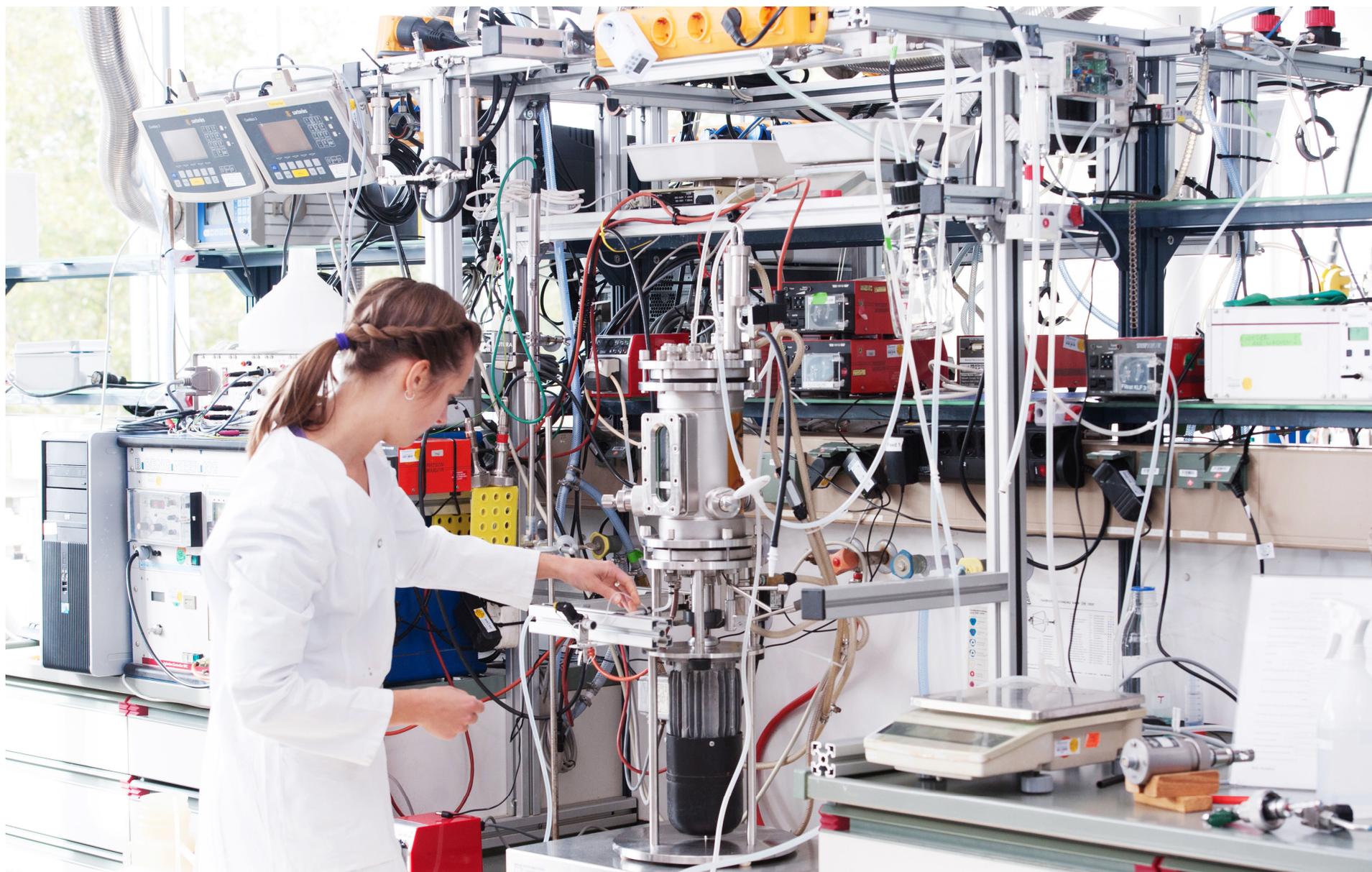


Teil 2 (SoSe)

- Metabolismus: Konzepte und Design
- Kohlenhydrate
- Lipide
- Glycolyse und Fermentationen
- TCA Zyklus
- Oxidative Phosphorylierung
- Pentose Phosphate Zyklus
- Lipolyse und Fettsäure β -Oxidation

Die Verfahrenstechnik-Studierenden nehmen nicht an den zusätzlichen Übungen teil.





Wir freuen uns über Eure Wahl

