



Technische
Universität
Braunschweig



Institut
Toxikologie und
Experimentelle Medizin



Institut für Bioverfahrenstechnik



Informationen zum Wahlpflichtmodul C **Bioprozesstechnik** für Biotechnologie Bachelor-Studierende im 4. und 5. Semester

Prof. Dr. habil. Rainer Krull

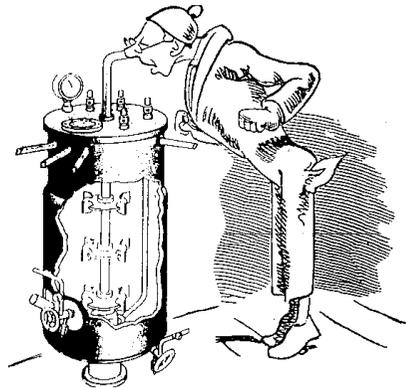


Der Sängerkrieg der Biotechnologen, 13.03.2024

Bioprosesstechnik/Bioverfahrenstechnik



Elmer L. Gaden Jr.
(1924 – 2012)



Bioprosesstechnik

- Wegbereiter der modernen *Bioprosesstechnik*
- PhD-thesis (1949): *Optimierung der Sauerstoffversorgung für die biotechnologische Penicillinproduktion*
- 1940er-Jahre: allgemeine Praxis “*bubbling air through vessels to grow microorganisms*” (trial and error)
- Entwicklung von Prinzipien zur Planung und Ausrüstung großtechnischer Kultivierungsanlagen, so dass Antibiotika effektiver hergestellt werden können
- **wichtige Prozessparameter:**
volumenbezogene und spezifische Größen für Substrat, Biomasse und Produkt, Oxygen Transfer Rate (OTR), Oxygen Uptake Rate (OUR), $k_L a$, P/V, hydromechanischer Stress, etc.

**Stoffwandlungen durch biologische Prozesse,
Charakterisierung der Prozesse,
Kenntnisse der Prozessgestaltung und
Aufbereitung von Ausgangsstoffen und
Bioprodukten**



Wahlpflichtmodul C *Bioprosesstechnik*

Modul-Nr.	Module und Lehrveranstaltungen	Modul	V	P	Ü
Bt-BB 01	Biotechnologische Wertstoffproduktion - Angewandte und Technische Biochemie für Fortgeschrittene (<i>Ziehr</i>) - Angewandte Mikrobiologie (<i>Biedendieck</i>)	6	3		
Bt-BB 02	Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse - Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik (<i>Krull</i>) - Bioverfahrenstechnik (<i>Krull</i>) - Aufarbeitung biotechnologischer Prozesse (<i>Graßl</i>)	12	4	4	4
Bt-BB 03	Anlagentechnik - Anlagentechnik (<i>Kwade</i>)	5	3		2



Bt-BB 01 *Biotechnologische Wertstoffproduktion* ***Angewandte und Technische Biochemie für Fortgeschrittene***

- Entwicklung biologischer Überproduzenten zur Herstellung hoch- und niedermolekularer Produkte
- Bioprozesse zur Produktion rekombinanter Enzyme und Biopharmazeutika
- Bioprozesse zur Herstellung nicht-proteinogener Biopolymeren (Polysaccharide, Bioplastik)
- Sekundärmetabolite: Biosynthese und Produktion (u.a. β -Lactam-Antibiotika, zyklische Peptide, Polyketide, marine Sekundärmetabolite)
- Sekundär-/Primärmetabolite: Biosynthese und Produktion (Biotenside, Aminosäuren)

Bt-BB 01 *Biotechnologische Wertstoffproduktion*

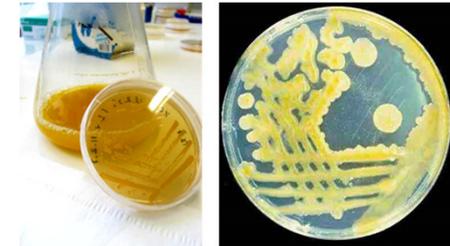
Angewandte Mikrobiologie

- **Ziel:** allgemeine Übersicht der technischen Nutzung von Mikroorganismen

- **Anwendungsbereiche:** Lebensmittelindustrie, Landwirtschaft, Molekularbiologie, Medizin und Umweltschutz

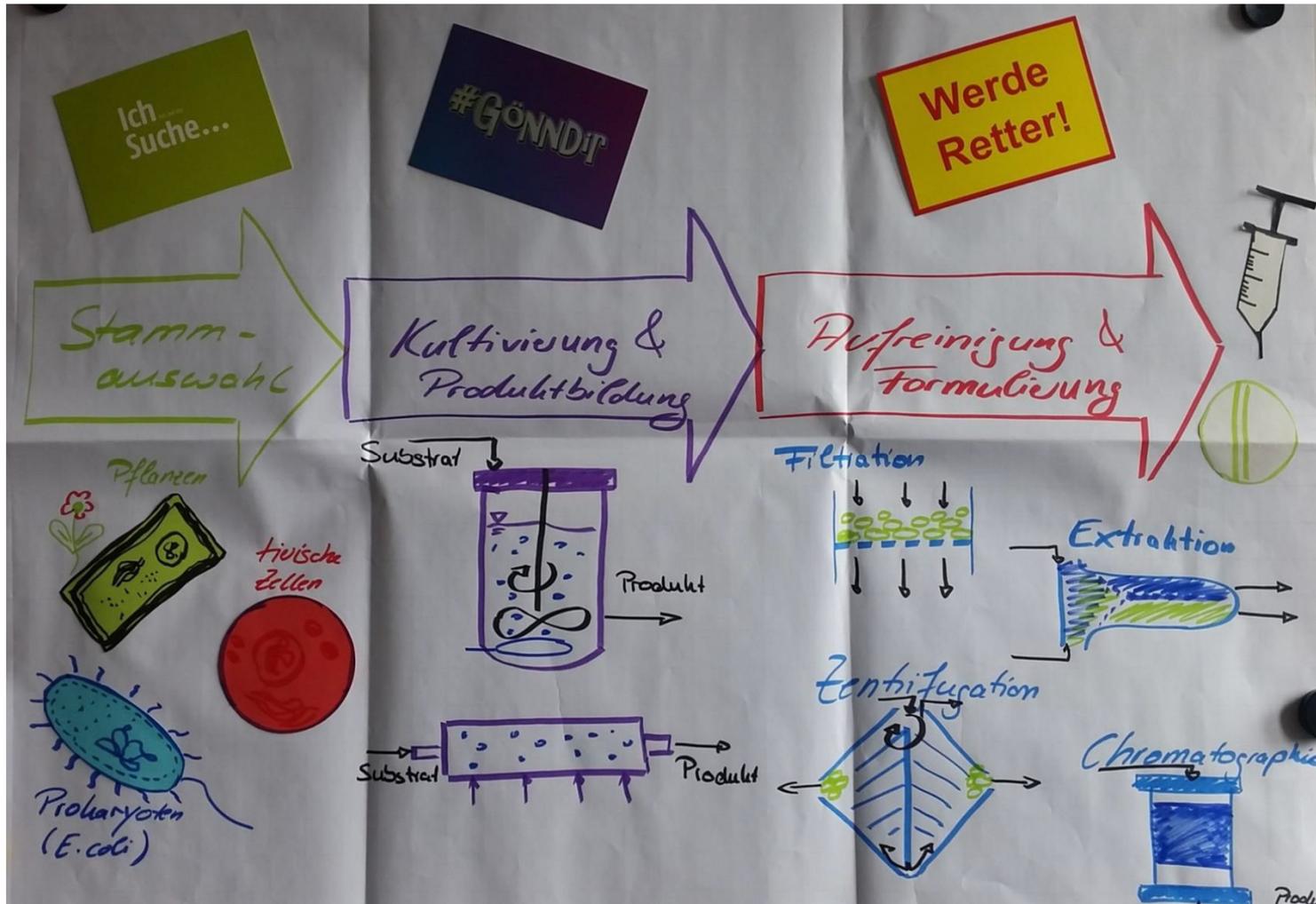
- **Vertiefungsbeispiele:**

- ausgewählte Primärmetabolite
(z. B. organische Säuren aus Pilzen, Vitamine aus Bakterien)
- weitere Bioprodukte (Enzyminhibitoren, Proteine mit Wirkstoffcharakter, Siderophore, biologische Biozide)
- Technische und medizinische Biofilme
- Biodegradationen
(allgemeine Prinzipien, Abbau fremdstoffartiger Verbindungen)



Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

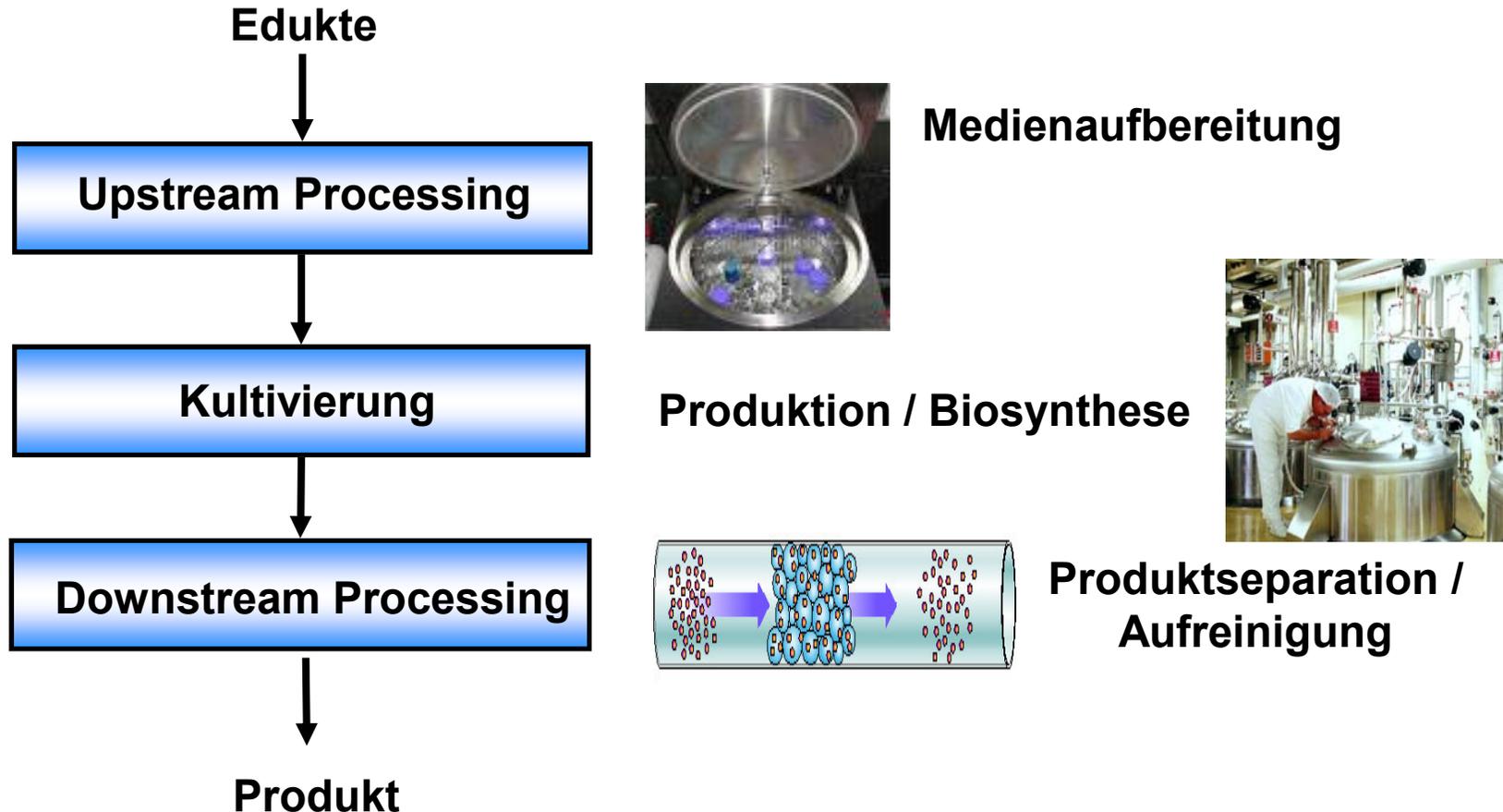
Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik



Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik

- Entwicklung biotechnologischer Prozesse



Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

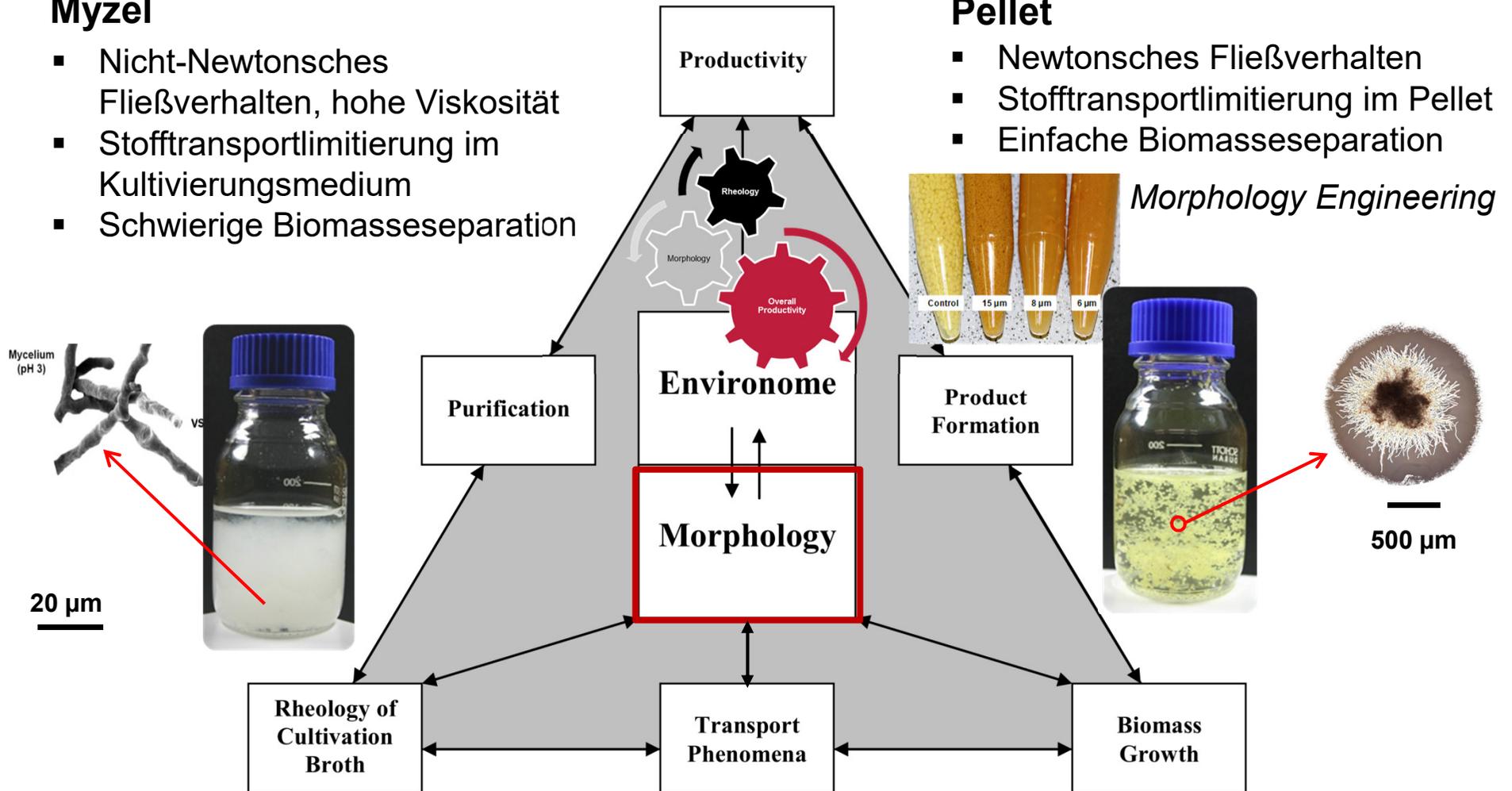
Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik

Myzel

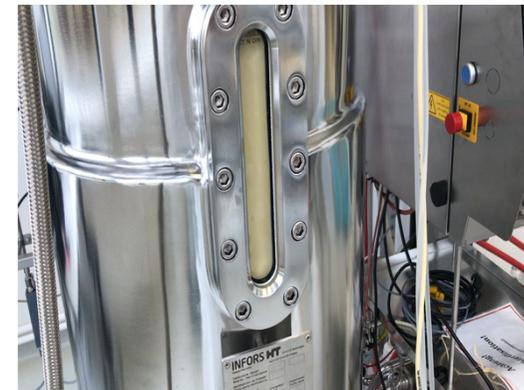
- Nicht-Newtonsches Fließverhalten, hohe Viskosität
- Stofftransportlimitierung im Kultivierungsmedium
- Schwierige Biomasse-separation

Pellet

- Newtonsches Fließverhalten
- Stofftransportlimitierung im Pellet
- Einfache Biomasse-separation

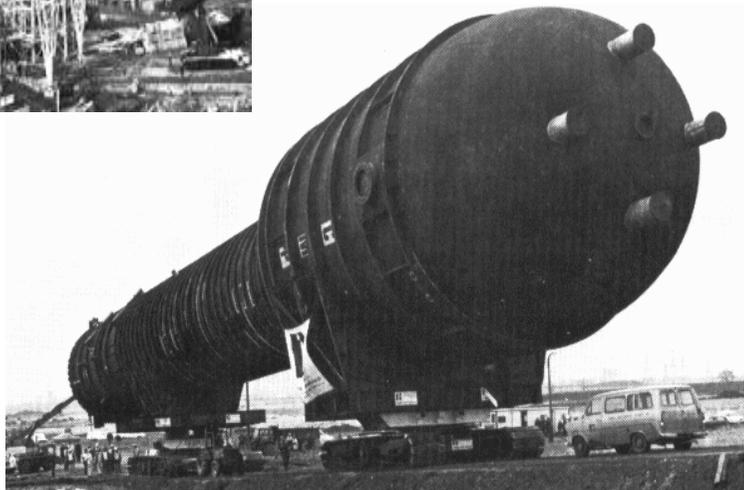


100 L-Bioreaktor

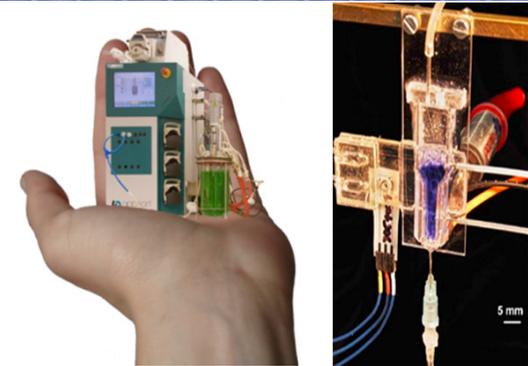
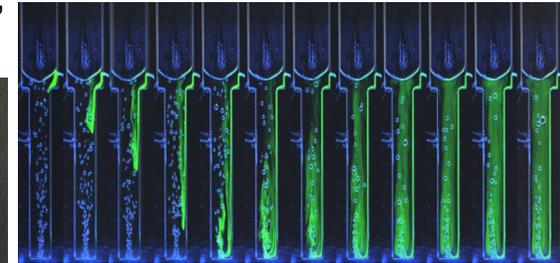
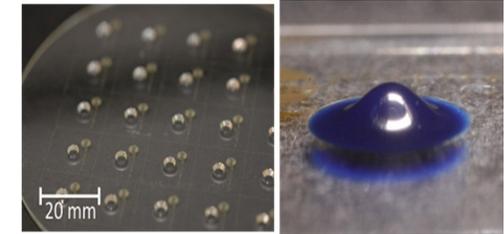
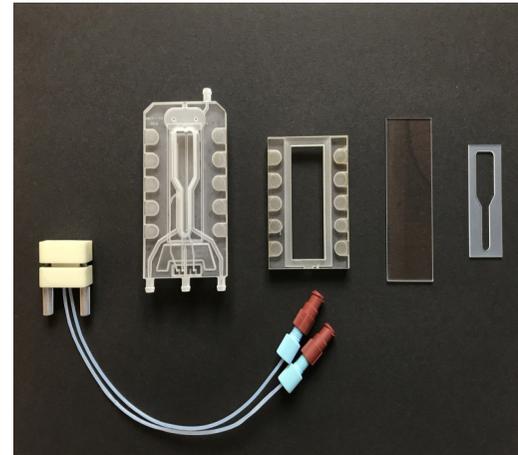


Bioreaktorsysteme

Der größte Bioreaktor der Welt:
Airlift-Schlaufenreaktor mit einer Höhe von 60 m und einem Durchmesser von 7 bis 11m mit einem Reaktorvolumen von **2300 m³** (ICI Ltd., Billingham, UK, 18.9.1978)



Einer der kleinsten Bioreaktoren der Welt:
Blasensäulenreaktor mit einer Höhe/Breite/Tiefe von 22/8/0,05 mm mit einem Reaktorvolumen von **50 bzw. 7 µL** (ibvt/IMT), 2019)



Bioreaktoren für die Produktion von Einzeller-Proteinen



Technische
Universität
Braunschweig

V, WS 2024/25 (R. Krull)

Mikrobioreaktoren: Welcome to the European Micro Cup - the scientific game of microfluidics!



<https://www.youtube.com/watch?v=zl0ZjKdZle4>



1st International EUROMBR Training Course, PVZ Braunschweig, 09/2018

2nd International EUROMBR Training Course, PVZ Braunschweig, 09/2019

3rd International EUROMBR Training Course, Uni Ljubljana, 09/2022

4th International EUROMBR Training Course, Uni Granada, 09/2023

5th International EUROMBR Training Course, Uni Cantazaro, 09/2024



Technische
Universität
Braunschweig

V, WS 2024/25 (R. Krull)

Remember who we are?
EUROMBR!!!!



ibvt
Institut für Bioverfahrenstechnik

Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik

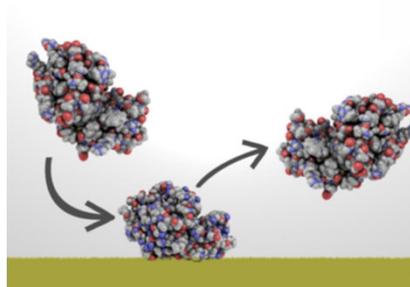
- Zellaufschluss



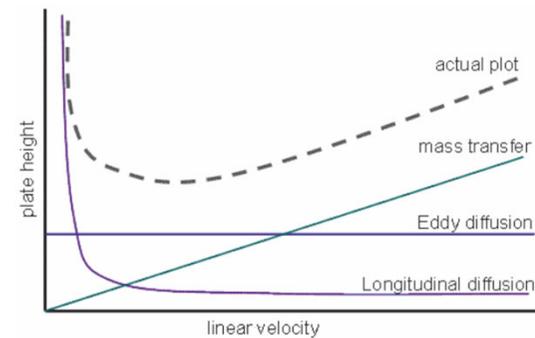
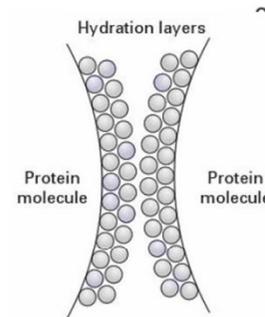
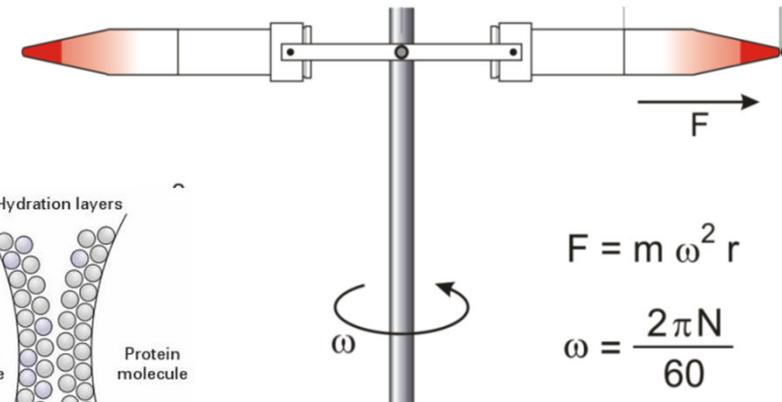
- Fest-Flüssig-Trennung

- Fällung und Extraktion

- Adsorption



- Chromatographie



Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

Aufarbeitung biotechnologischer Prozesse

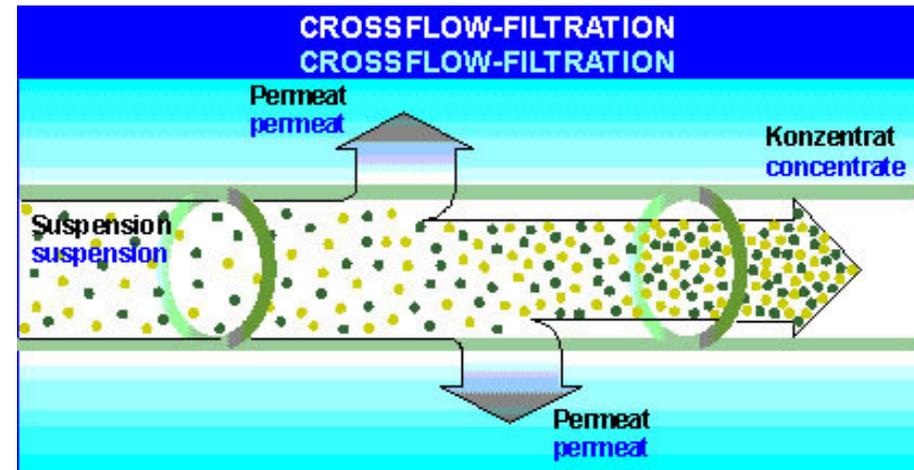
■ Kontinuierliche Zentrifugation

Einfluss von Durchfluss und Zellkonzentration auf den Klärgrad



■ Querstromfiltration von Biopolymeren

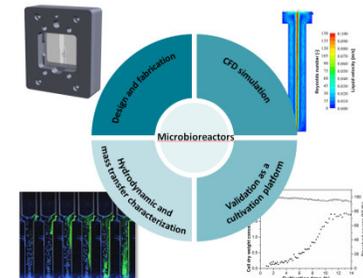
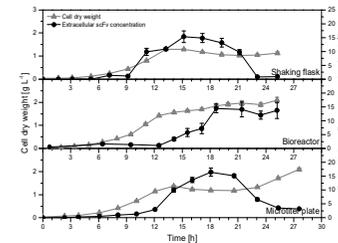
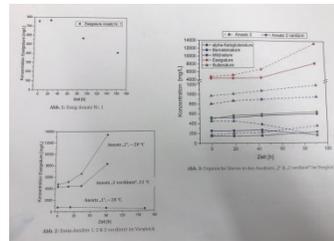
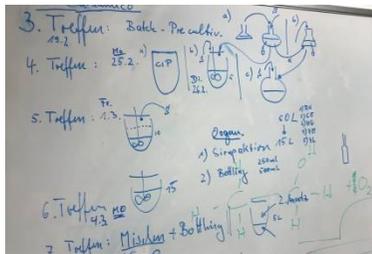
Deckschichtbildung
Gelpolarisationsmodell
Verlust durch Adsorption



■ Chromatographische Reinigung und Charakterisierung von Biopolymeren

Bt-BB 03 „Angewandte Bioprozesstechnik“ Labor Bioverfahrenstechnik

- **Vertiefendes Praktikum zum Pflichtmodul**
„Bioreaktoren und Bioprozesse“ (Bt-BP 07)
(Verweilzeit, Mischzeit, Stoffübergangscharakteristik, Rühren newtonscher Fluide, Kultivierung und Produktbildung mit *Corynebacterium glutamicum*)
- **Selbstständige Versuchsplanentwicklung und -durchführung einer *E. coli*-Kultivierung (2 L-Maßstab, Rührkessel, Zielenzym: Alkoholdehydrogenase, Abschluss: Präsentation)**



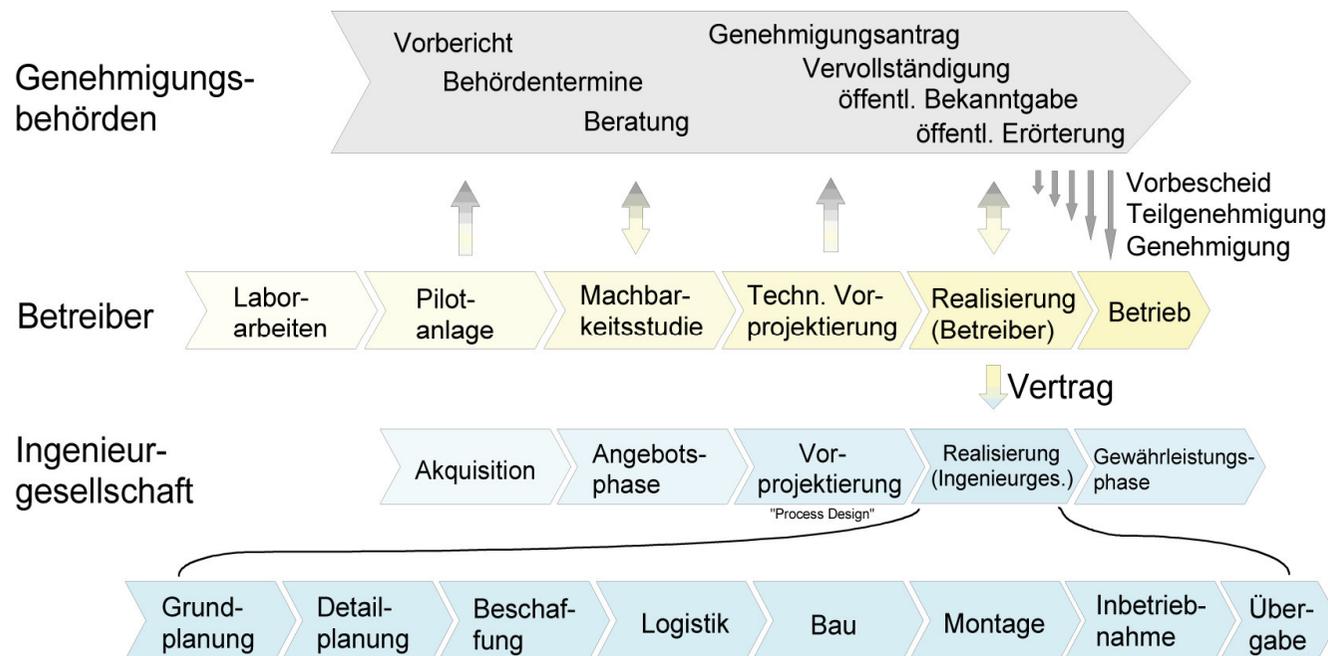
Bt-BB 03 Anlagentechnik

Anlagentechnik

Welche Aspekte muss man bei der Gestaltung biotechnologischer Anlagen berücksichtigen?

Planerischer Teil

- Projektphasen von der Planung bis zum Bau einer Anlage
- Welche Aspekte müssen von Auftragstellern/Auftragnehmern beachtet bzw. bearbeitet werden?

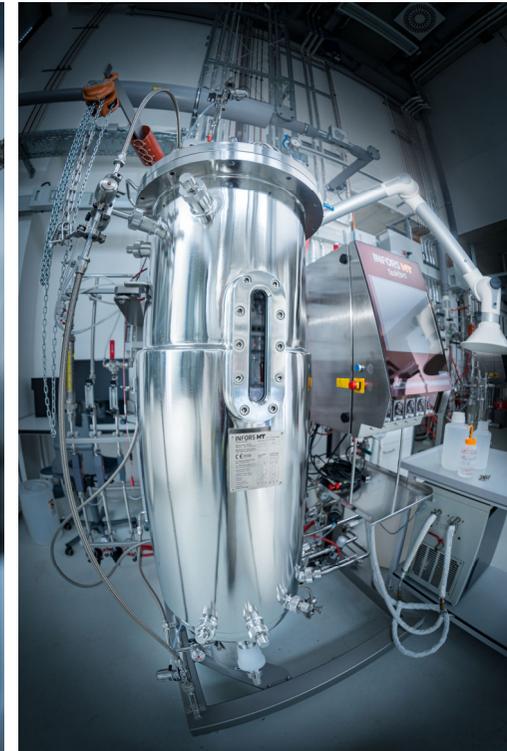


Bt-BB 03 *Anlagentechnik*

Anlagentechnik

■ **Konstruktiver Teil**

- Elemente einer Anlage
- Auslegung und Auswahl (u. a. Apparate, Maschinen, Rohrleitungen sowie CIP/SIP-Reinigungstechniken für Anlagen)



DAAD-gefördertes *Austauschprogramm* mit der University of Waterloo, Ontario, Kanada



- Studierendenaustausch seit 1979/80
- DAAD-Stipendien im Rahmen der Internationalen Studien- und AusbildungsPartnerschaft (ISAP)
- Ein-Trimester-Stipendium (September – Dezember) für Studierende aus
 - Maschinenbau (seit 1979),
 - Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (seit 1995),
 - **Biotechnologie (1./3. Mastersemester, Studienrichtung Bioprozesstechnik (seit 1999)),**
 - Bio- und Chemieingenieurwesen (seit 2003).
- Studium ohne Studienzeiterlängerung
- 310 TU BS-Studierende in 44 Gruppen an UW
- 110 UW-Studierende in 36 Gruppen an der TU BS
- **Bewerbung für 09-12/2025 bis 15.11.2024**
Informationen Prof. Rainer Krull (r.krull@tu-braunschweig.de)



Akademische Kooperationspartner

Dr. Sesay
Wyss Institute
Harvard University
Boston, USA

Prof. Bolivar
Chemical Engineering
Complutense University
Madrid, Spain

Profs. Szita/Baganz/Marques
Biochemical Engineering
University College London
United Kingdom

Profs. Gernaey/Krühne
Chemical and Biochemical Engineering
DTU, Lyngby, Denmark

University of Waterloo
Ontario, Canada

Prof. Terasaka,
Applied Chemistry,
Keio University, Tokyo,
Japan

Profs. Galindo/Peña/Corkidi
Institute of Biotechnology
UNAM
Cuernavaca, Mexico

Dr. Fillaudeau
Biotechnology Institute,
University Paul Sabatier,
Toulouse, France

Prof. Mayr
Analytical Chemistry/Food Chemistry
Graz University of Technology
Graz, Austria



Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit

