



Technische
Universität
Braunschweig



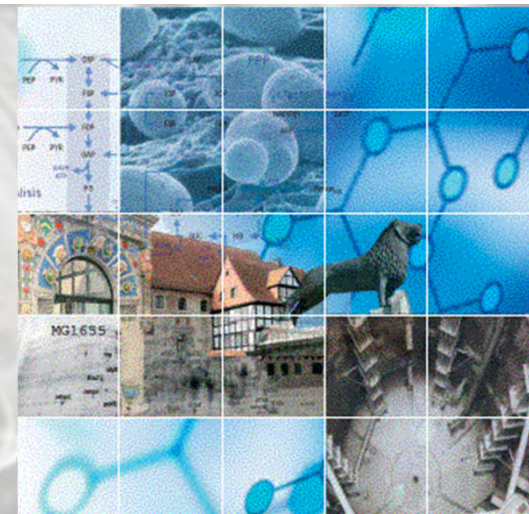
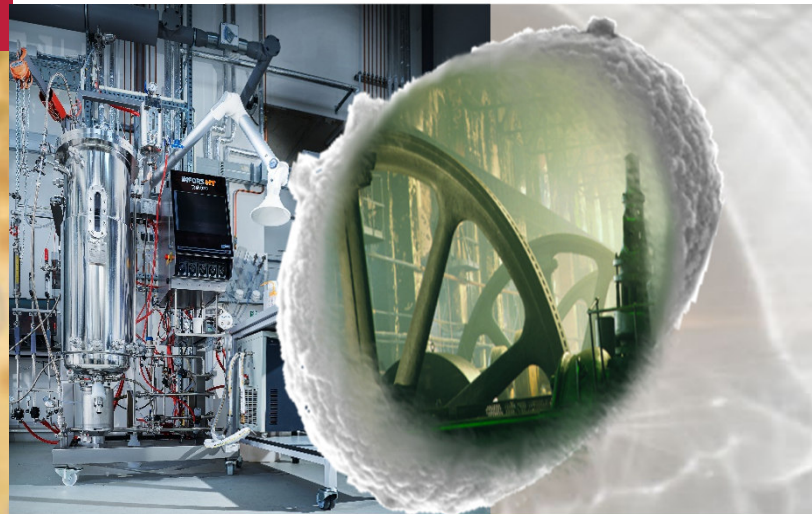
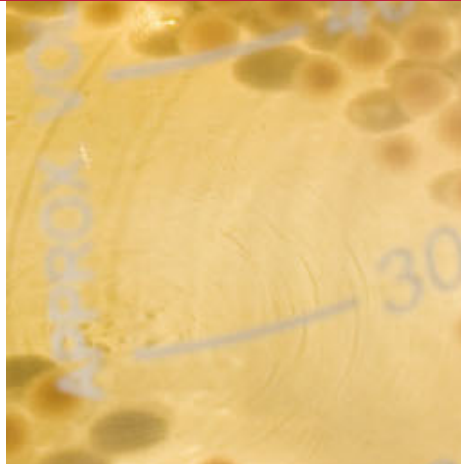
Institut
Toxikologie und
Experimentelle Medizin



iPAT



Institut für Bioverfahrenstechnik



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

Prof. Dr. habil. Rainer Krull

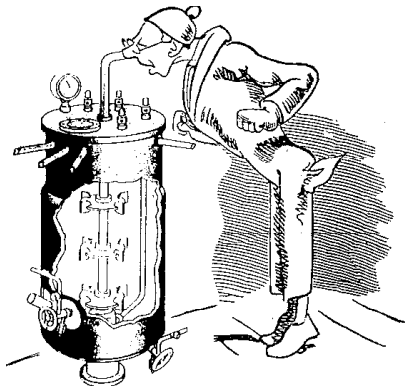


Der Sängerkrieg der Biotechnologen, 24.02.2026

Bioprozesstechnik/Bioverfahrenstechnik



Elmer L. Gaden Jr.
(1924 – 2012)



Bioprozesstechnik

- Wegbereiter der modernen *Bioprozesstechnik*
- 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:**
Volumen- und Biomasse-bezogene Größen für Substrat, Biomasse und Produkt,
Sauerstofftransferrate (OTR), Sauerstoffaufnahme (OUR),
Sauerstoffübergang, Leistungseintrag,
hydromechanischer Stress, etc.

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



Technische
Universität
Braunschweig

Wahlpflichtmodul C *Bioprozesstechnik*

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 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*

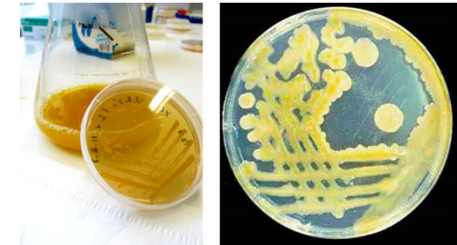
Angewandte und Technische Biochemie für Fortgeschrittene

- 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*

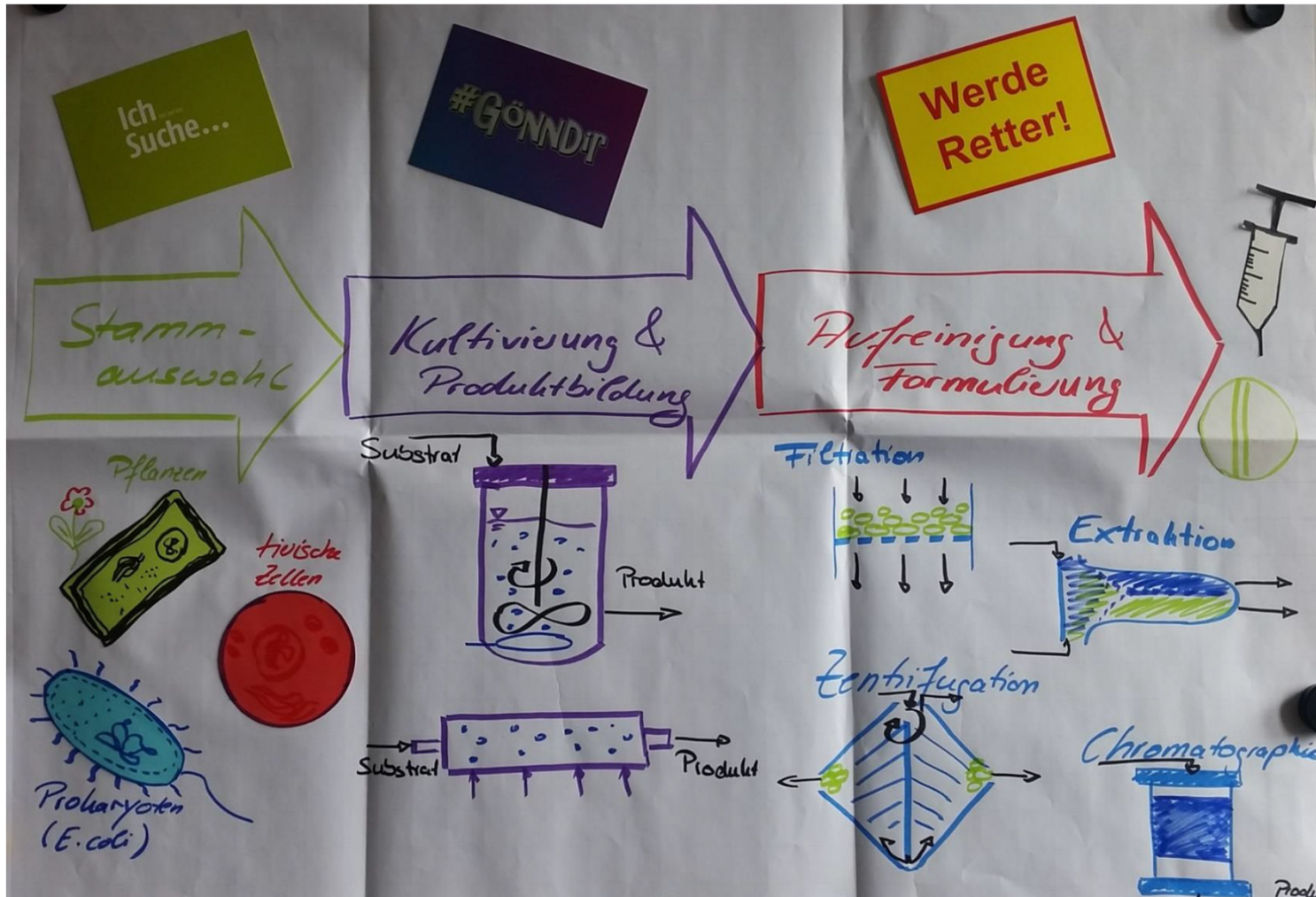
Angewandte Mikrobiologie

- **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

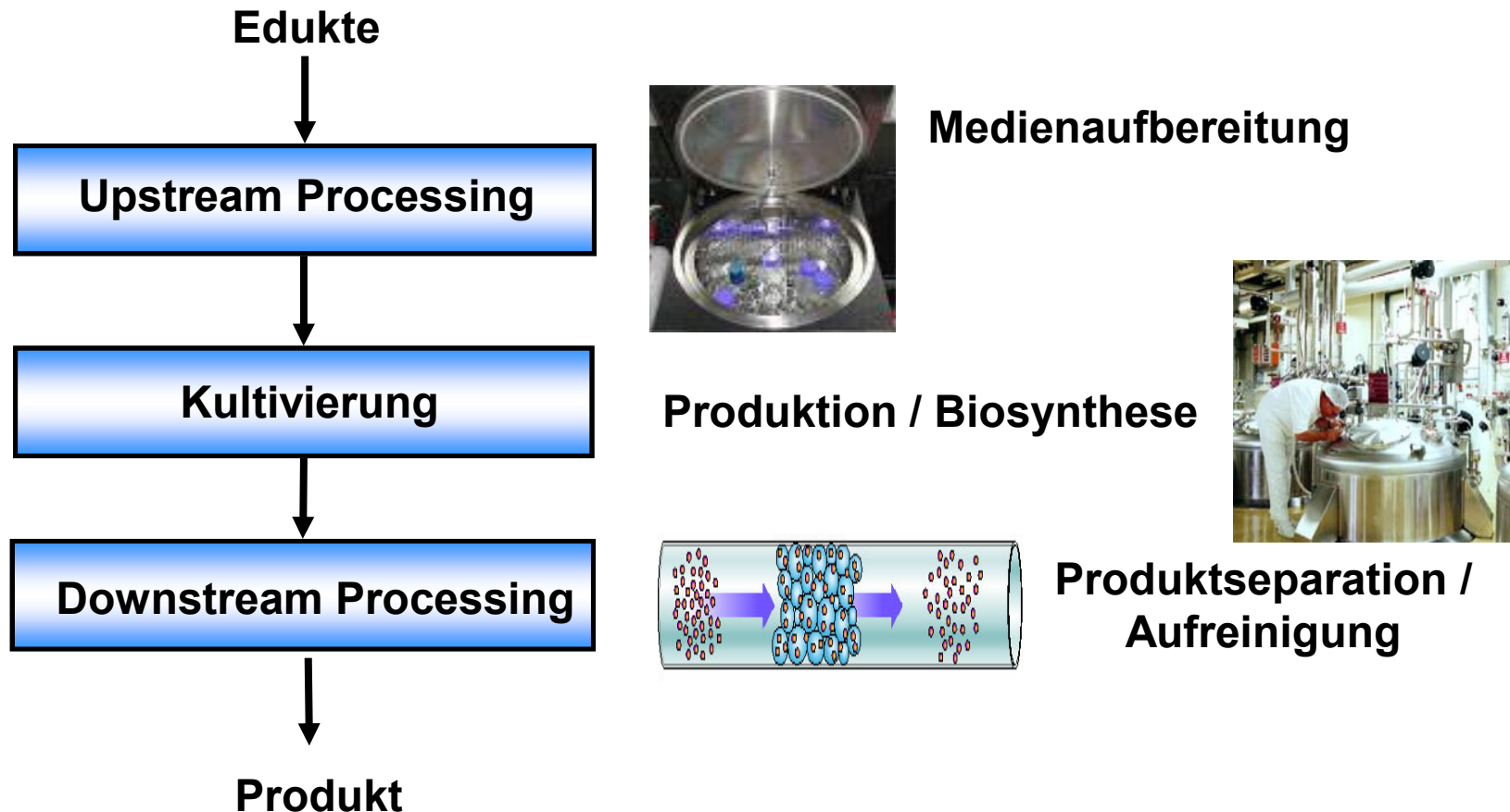
Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik



Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik

- Entwicklung biotechnologischer Prozesse



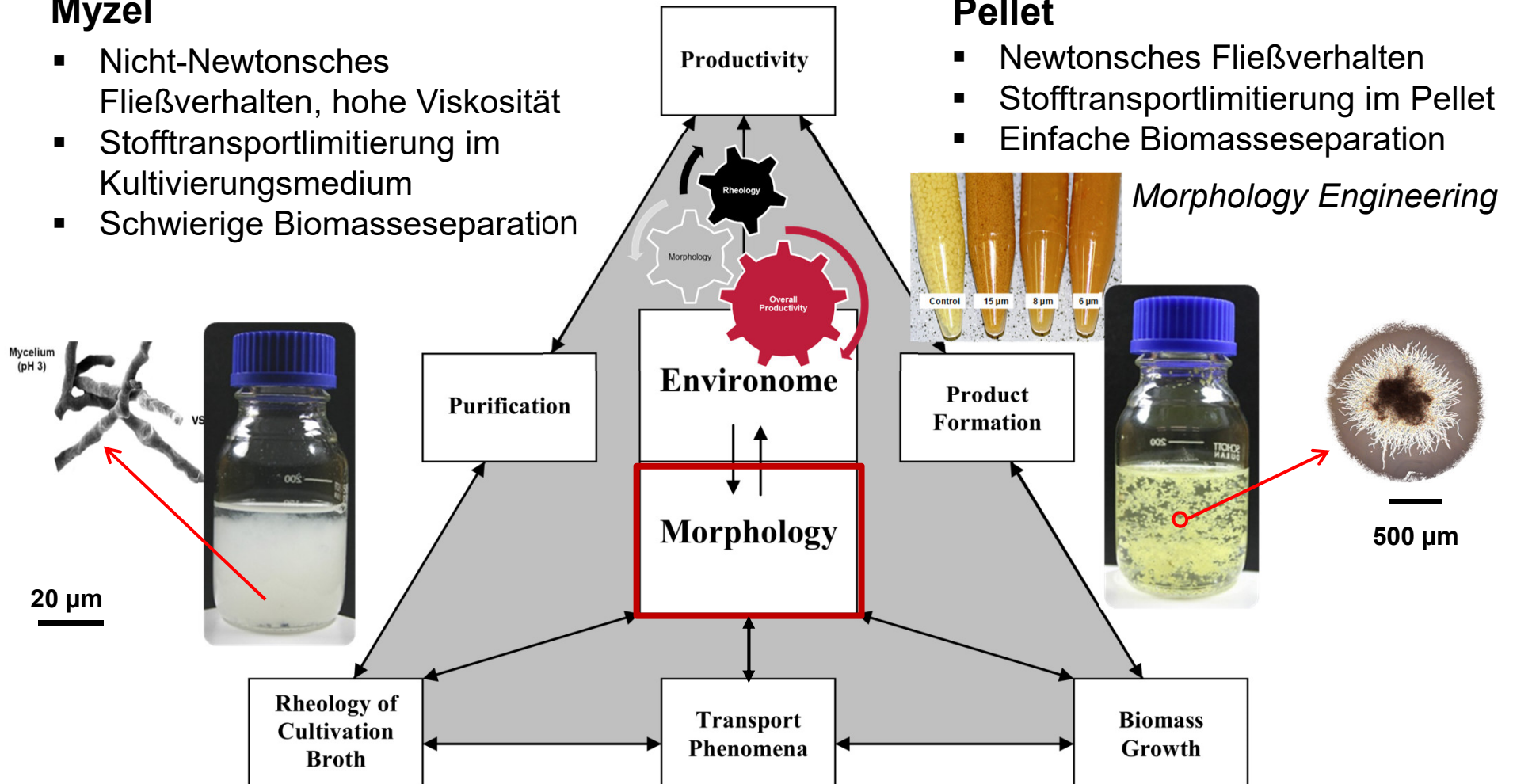
Bt-BB 02 *Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse* *Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik*

Myzel

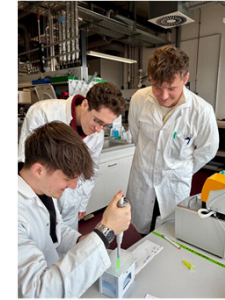
- Nicht-Newtonsches Fließverhalten, hohe Viskosität
- Stofftransportlimitierung im Kultivierungsmedium
- Schwierige Biomasseseparation

Pellet

- Newtonsches Fließverhalten
- Stofftransportlimitierung im Pellet
- Einfache Biomasseseparation

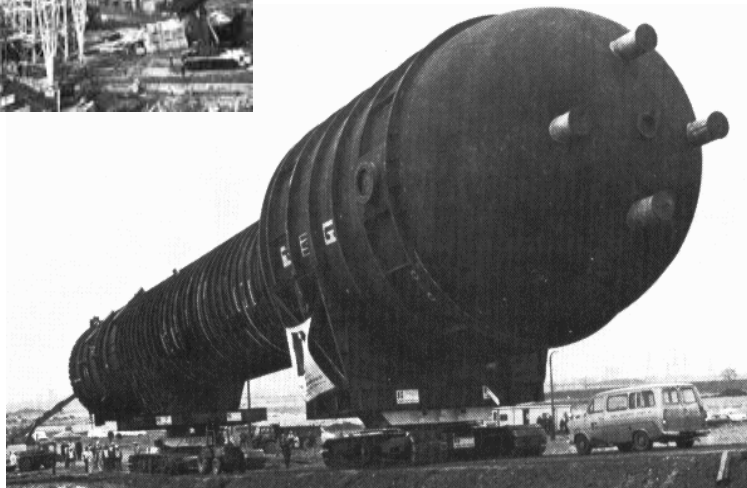


100 L-Bioreaktor

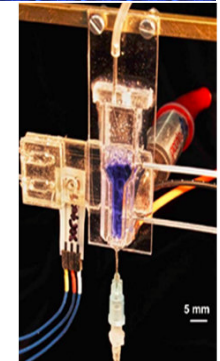
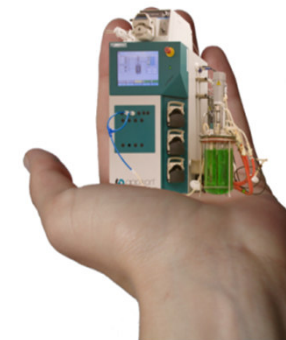
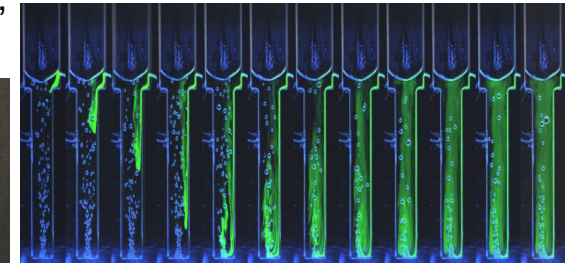
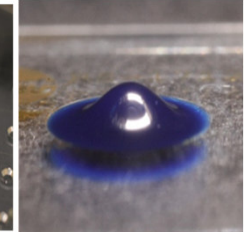
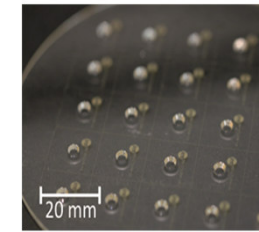
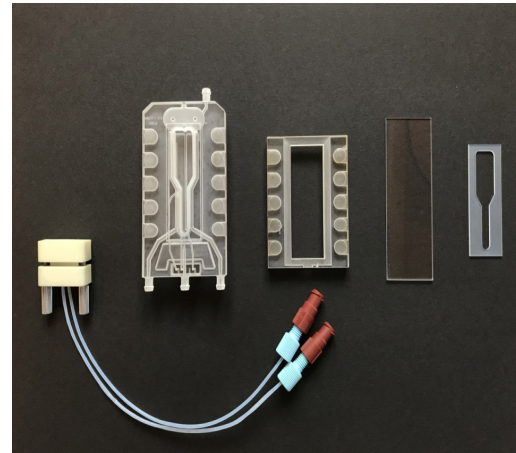


Bioreaktorsysteme

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 2026/27 (R. Krull)

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



*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*

*6th International EUROMBR Training Course,
TU Denmark, Copenhagen, 10/2025*

*7th International EUROMBR Training Course,
UCL, London, 07/2026*



Remember who we are?
EUROMBR!!!!



Technische
Universität
Braunschweig

V, WS 2025/26 (R. Krull)

Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

Kultivierungs- und Aufarbeitungstechnik

- **Fest-Flüssig-Trennung**

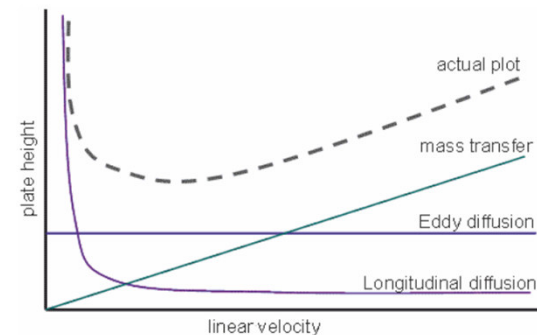
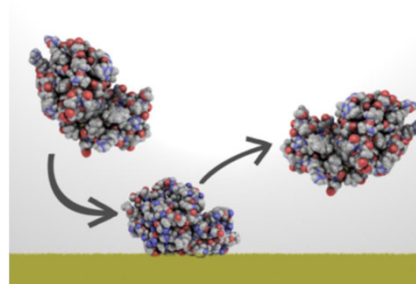
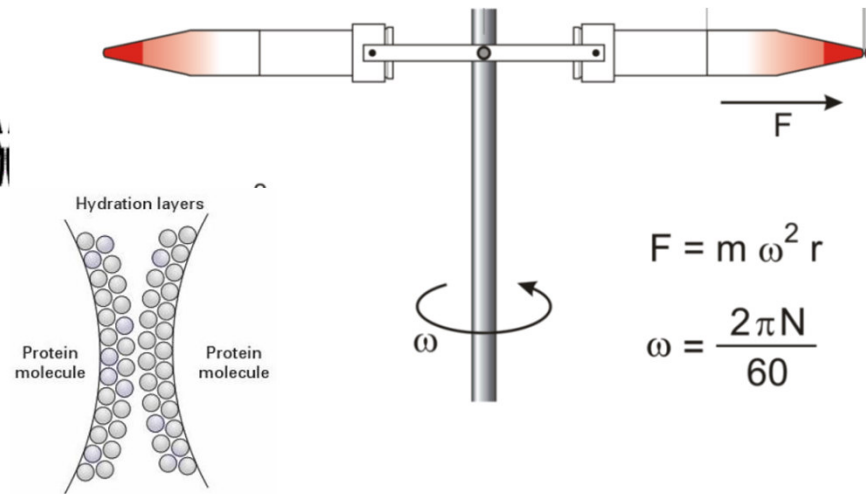
- Filtration
- Sedimentation
- Zentrifugation

- **Zellaufschluss**

- **Fällung und Extraktion**

- **Adsorption**

- **Chromatographie**



Bt-BB 02 Kultivierungs- und Aufarbeitungsprozesse

Aufarbeitung biotechnologischer Prozesse

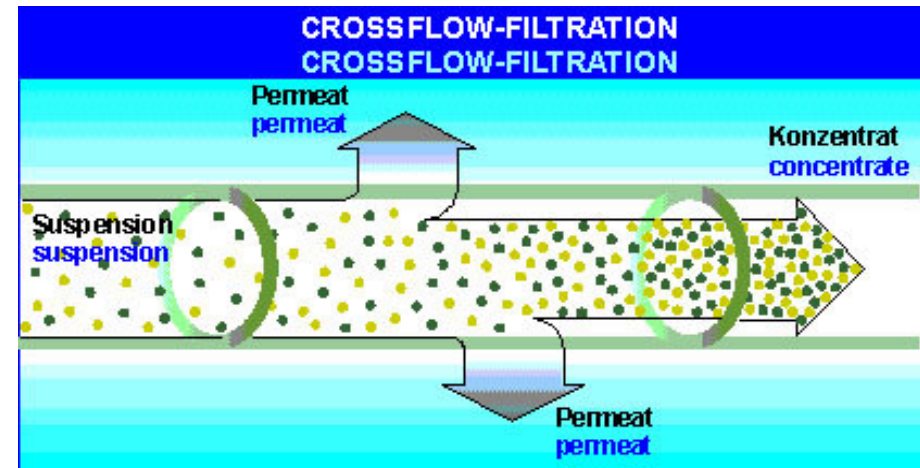
■ Kontinuierliche Zentrifugation

Einfluss von Durchfluss und
Zellkonzentration auf den Klärgrad



■ Querstromfiltration von Biopolymeren

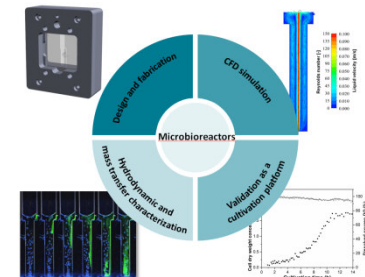
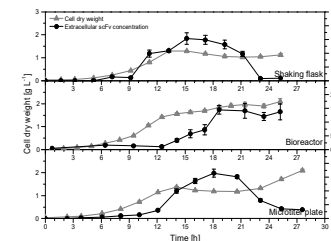
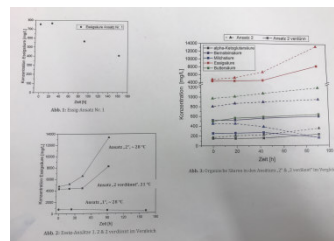
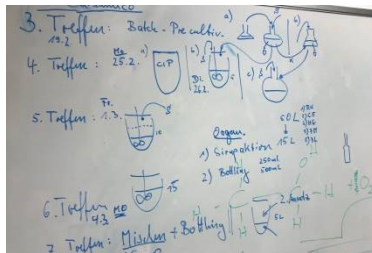
Deckschichtbildung
Gelpolarisationsmodell
Verlust durch Adsorption



■ Chromatographische Reinigung und Charakterisierung von Biopolymeren

Bt-BB 02 „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)**



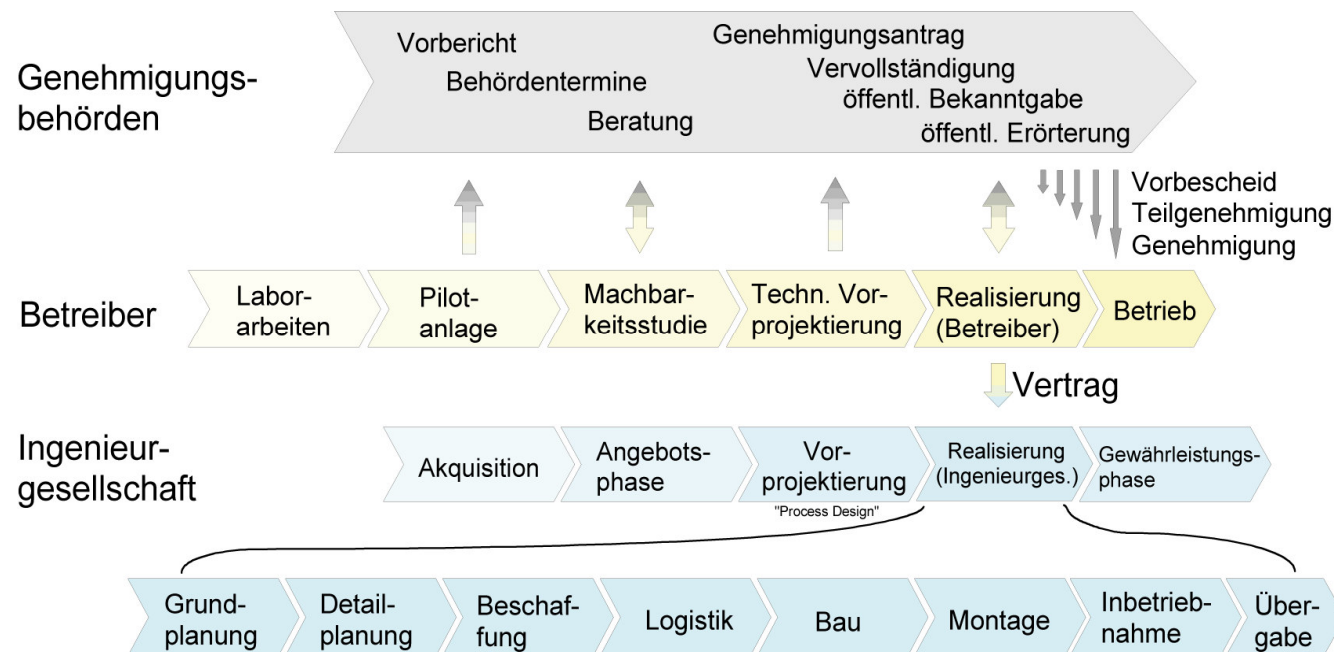
Bt-BB 03 *Anlagentechnik*

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?

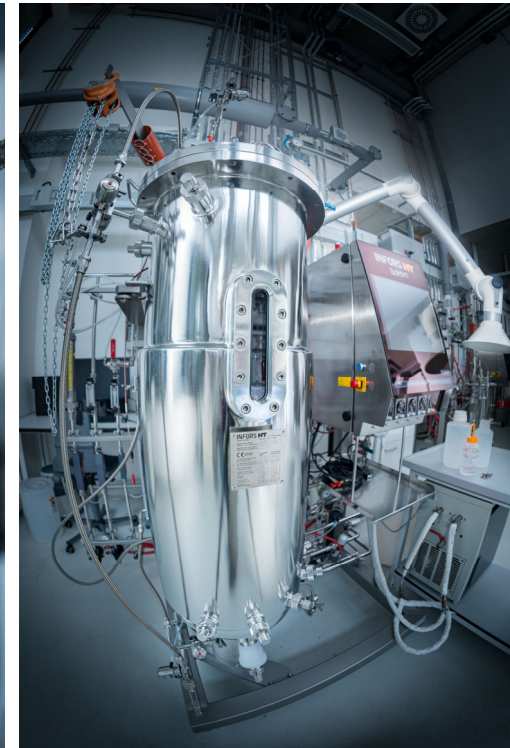


Bt-BB 03 Anlagentechnik

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



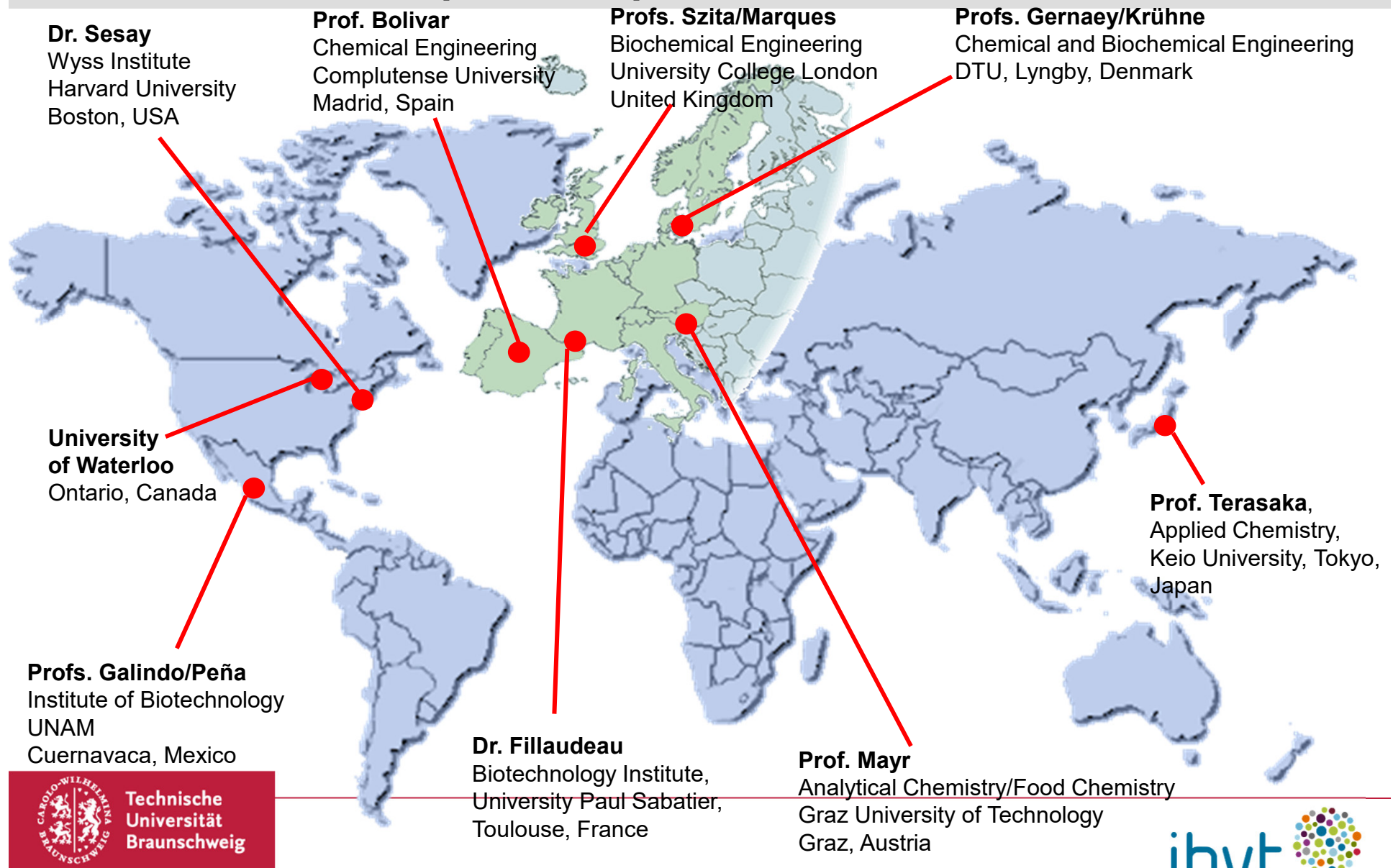
- Studierendenaustausch seit 1979/80
- DAAD-Stipendien im Rahmen der Internationalen Studien- und AusbildungsPartnerschaft (ISAP)
- Ein-Trimester-Stipendium (September – Dezember) für Studierende aus
 - Maschinenbau (seit 1979),
 - Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau (seit 1995),
 - **Biotechnologie (1./3. Mastersemester, Studienrichtung Bioprozesstechnik (seit 1999))**,
 - Bio- und Chemieingenieurwesen (seit 2003).
- Studium ohne Studienzeitverlängerung
- 320 TU BS-Studierende in 48 Gruppen an UW
- 120 UW-Studierende in 38 Gruppen an der TU BS
- **Bewerbung für 09-12/2027 bis 15.11.2026**

Informationen Prof. Rainer Krull (r.krull@tu-braunschweig.de)

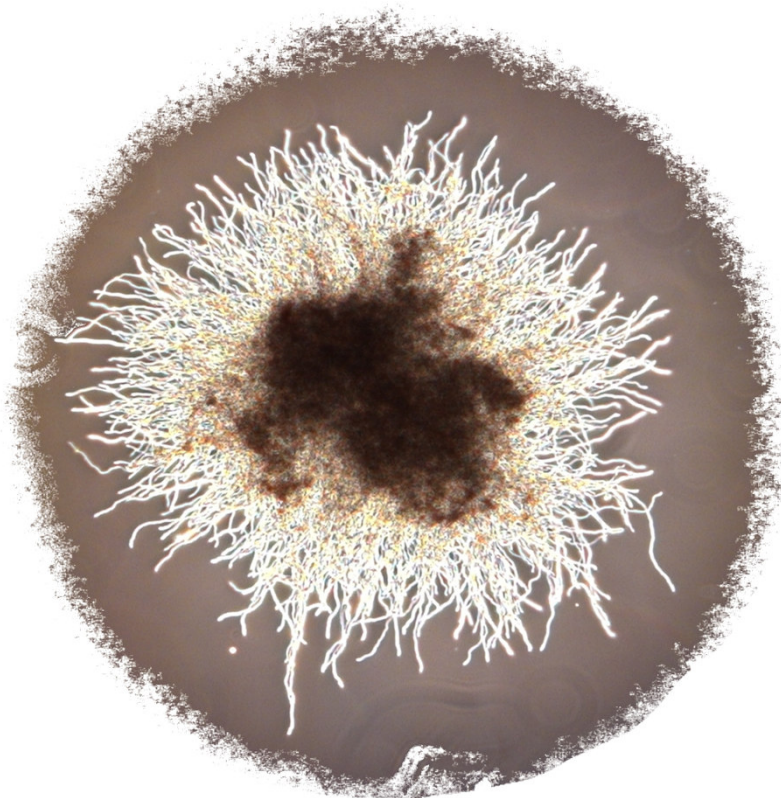


Technische
Universität
Braunschweig

Akademische Kooperationspartner



Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit



Technische
Universität
Braunschweig