

Einführung in die Bioverfahrenstechnik

Fachbereich 2, Informatik und Ingenieurwissenschaften

Studiengang Bioverfahrenstechnik

Prof. Dr. Ilona Brändlin

ilona.braendlin@fb2.fra-uas.de



Inhalte

1. Einführung in die Bioverfahrenstechnik

2. Bioreaktoren

3. Prozessführung

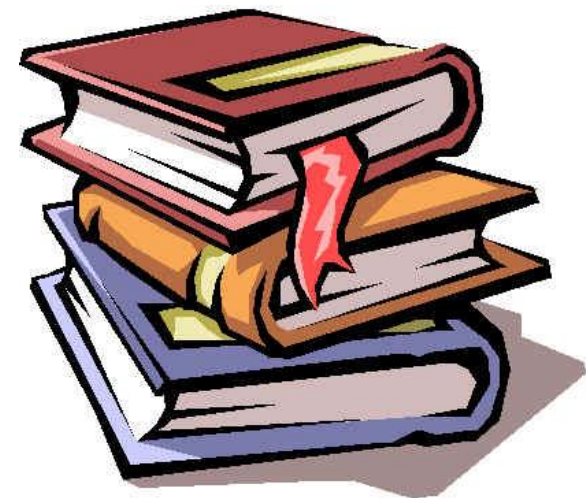
Organisatorisches

- Skript: e-learning Plattform, campUAS,
- Kursname: Einführung in die Bioverfahrenstechnik (E-BioV 2024/2025),
- Erreichbarkeit: ilona.braendlin@fb2.fra-uas.de
 - Prof. Dr. rer. nat. Ilona Braendlin
 - Frankfurt University of Applied Sciences
 - Fachbereich 2,
 - Studiengang: Bioverfahrenstechnik
 - Nibelungenplatz 1
 - 60318 Frankfurt am Main
 - Büro: Hungenerstrasse 6, BTA, 302
 - T.: +49 69 1533 3682
 - Fax: +49 69 1533 2300
 - www.frankfurt-university.de

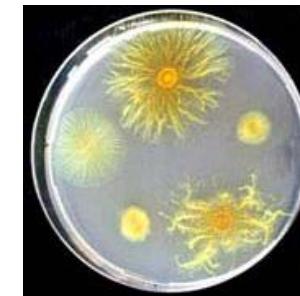
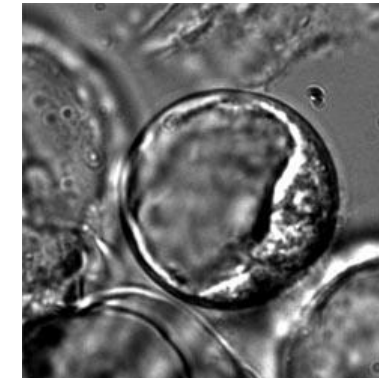
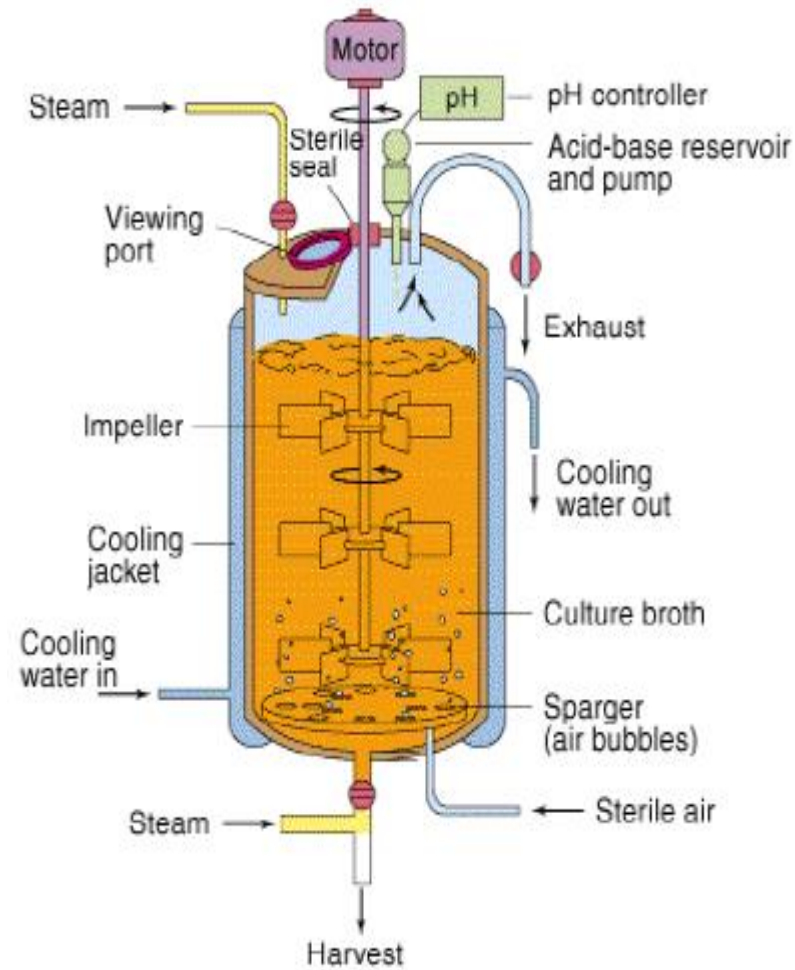
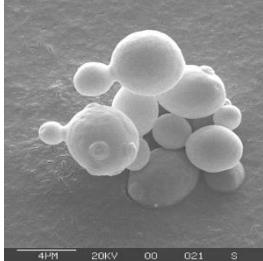


Literatur

- Fuchs, G.: Allgemeine Mikrobiologie, 10. Aufl., Thieme, Stuttgart 2017
- Storhas, W.: Bioverfahrensentwicklung, 1. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2003
- Chmiel H.: Bioprozesstechnik, 4. Aufl., Springer Spektrum 2018
- Renneberg R.: Biotechnologie für Einsteiger, 5. Aufl., Springer Spektrum 2018
- Storhas W.: Bioreaktoren und periphere Einrichtungen, Vieweg, Braunschweig/ Wiesbaden 1994
- Alberts B. etc: Molekularbiologie der Zelle, 6. Aufl., Wiley-VCH



Themenfelder der Bioverfahrenstechnik



Nach der Definition der Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) beschäftigt sich die *Verfahrenstechnik*

- technischen Prozessen:
 - Ausgangsmaterial → chem./phys./biolog./Nutzung → Produkt
- wirtschaftliche Durchführung aller Prozesse,
in denen Stoffe nach Art, Eigenschaft und Zusammensetzung verändert werden.

→ Stoffumwandlung

Nach der Definition der Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) beschäftigt sich die *Verfahrenstechnik*

technischen Prozessen:

Ausgangsmaterial → chem/phys/biolog/Nutzung →
Produkt

wirtschaftlichen Durchführung aller Prozesse,

in denen Stoffe nach Art, Eigenschaft und Zusammensetzung
verändert werden.

→ **Stoffumwandlung**



Ingenieurwissenschaft der Stoffumwandlung

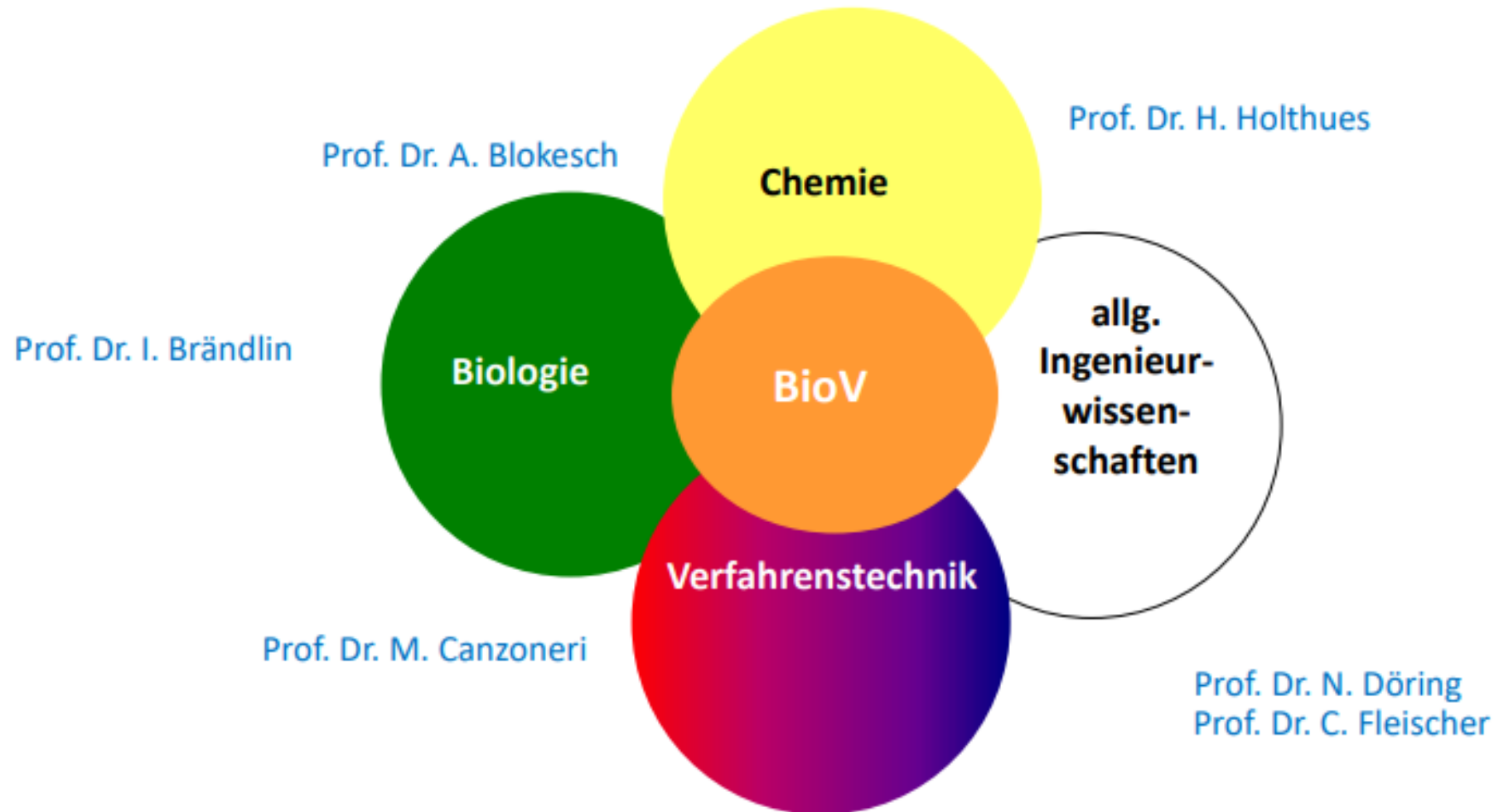


betont das Verfahren an sich und versucht es mit den
gegebenen Randbedingungen zu **optimieren**



→ Um erkannte Zusammenhänge **technisch** nutzbar zu machen

Bioverfahrenstechnik



Bioverfahrenstechnik - Bioprozesstechnik

der Teil der Verfahrenstechnik, der sich mit

- der Entwicklung,
- mathematischen Modellierung,
- Maßstabsübertragung
- und dem Betrieb von industriellen Prozessen der Biotechnologie befasst.

Im engeren Sinne werden darunter die gemeinsamen naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Grundlagen

- ✓ der mechanischen (z. B. Zentrifugation, Filtration, Zollausschluss),
- ✓ thermischen (z. B. Sterilisation)
- ✓ und reaktionstechnischen (Bioreaktor) Operationen bei Stoffwandlungen (Biotransformation) und Produktsynthesen mittels Zellen (Mikroorganismen, eukaryotischen Zellen) und Enzymen verstanden.

❖ Ein Schwerpunkt der B. ist die Prozess Kinetik der biologischen Stoff- und Wärmetransportvorgänge im Bioreaktor.

Definition: Biotechnologie

Alle Verfahren, die lebende Zellen oder Enzyme zur Stoffumwandlung und Stoffproduktion nutzen.

www.science-live.de/info/glossar.htm

Biotechnologie ist die gezielte Anwendung von Mikroorganismen, Pflanzen, Zellkulturen oder isolierten

Enzymen um chemische, landwirtschaftliche und pharmazeutische Produkte herzustellen.

corporate.basf.com/de/produkte/biotech/glossar.htm

Eine Gruppe von Technologien, mit denen lebende Organismen so verändert werden, daß sie chemische Prozesse ausführen oder Stoffe wie Enzyme, Hormone oder Antibiotika produzieren.

www.archiv.hoechst.de/deutsch/publikationen/future/298/art10.html

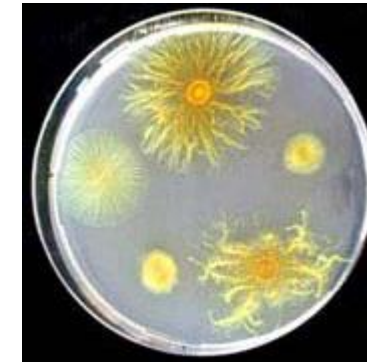
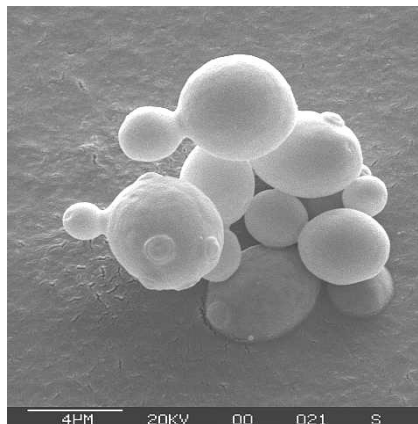
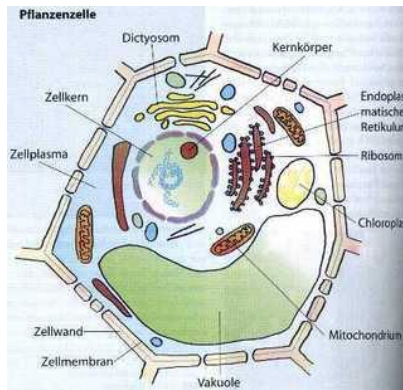
Disziplinen - eingesetzte Katalysatoren - Produkte

Interdisziplinäres Wissen

Dazu werden Kenntnisse über:

- Einzeller (Bakterien, Pilze, Algen)
- Zellkulturen (humane, pflanzl., tierische)
- Teile von Zellen, Enzyme

benötigt



Arten der Biotechnologie



Grüne Biotechnologie

Rote Biotechnologie

Weißer/Industrielle
Biotechnologie

Graue Biotechnologie/
Umweltbiotechnologie

Blaue Biotechnologie

Braune und Gelbe
Biotechnologie



Moosbioreaktor



Arten der Biotechnologie

Rote Biotechnologie

Alle Forschungen und unternehmerischen Tätigkeiten, bei denen es

um die Medizin und Pharmazeutik geht

- Hierbei spielt vor allem das Verständnis um die Gesamtheit aller Gene (Genom) und die Gesamtheit aller Eiweiße (Proteom) eine wichtige Rolle, um neue Verfahren, Therapien und auch Medikamente zu entwickeln.
- Ziel, effizientere Behandlungen zu entwickeln, die zum einen für weniger Nebenwirkungen sorgen und zum anderen auch viel mehr die Ursachen beseitigen als nur die Symptome zu bekämpfen - personalisierte Medizin



Arten der Biotechnologie

Grüne Biotechnologie/Pflanzenbiotechnologie

- um Nutzpflanzen zu verbessern,
- pflanzliche Inhaltsstoffe (Phytochemikalien, Sekundärmetabolite) oder Fasern zu gewinnen
- oder um pflanzliche Enzyme bzw. Wirkprinzipien (Bionik, *molecular pharming*) für neue Anwendungsbereiche zu erschließen (Antikörperproduktion = Biopharmazeutika).
- Die Übergänge zu den anderen Zweigen der Biotechnologie sind mittlerweile fließend.
- So können pflanzliche Zellen oder Enzyme zur Produktion industrieller Stoffe (weiße Biotechnologie) oder von Medikamenten (rote Biotechnologie oder Pharmazeutische Biotechnologie) genutzt werden, als Ersatz für eukaryotische Zellen, CHO = *chinese hamster ovarian cells*
- Auch zur Entgiftung von Böden (Phytoremediation) oder als Umweltsensoren sind Pflanzen geeignet, was einen Berührungspunkt zur grauen oder braunen Biotechnologie darstellt.
- Hilfsmittel sind u. a. Methoden aus der Biochemie, Mikro- und Molekularbiologie und Verfahrenstechnik

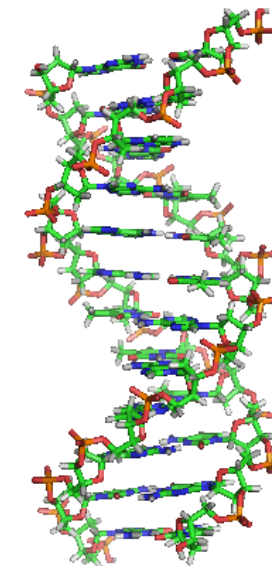
“In“-Begriffe in der Biotechnologie

Omics (Chemie.DE)

• Genomics

- der Gesamtheit der Gene eines Organismus, also des Genoms
- Untersuchung der Gene und ihrer Bedeutung für Wachstum, Entwicklung, Steuerung biologischer Funktionen und Aufbau biologischer Strukturen.
- Structural Genomics, Functional Genomics, Pharmacogenomics, Toxicogenomics, Chemogenomics, Nutrigenomics, Epigenomics

Organismen oder andere biologische Systeme	Anzahl Gene	Basenpaare
<u>Pflanze</u>	>25.000	10^8 - 10^{11}
<u>Mensch</u>	~24.800	$3 \cdot 10^9$
<u>Fliege</u>	12.000	$1.6 \cdot 10^8$
<u>Pilz</u>	6.000	$1.3 \cdot 10^7$
<u>Bakterium</u>	500-7.000	10^6 - 10^7
<u>Escherichia coli</u>	~5.000	$4,65 \cdot 10^6$
<u>Mycoplasma genitalium</u>	500	10^6
<u>DNA-Virus</u>	10-300	5.000-200.000
<u>RNA-Virus</u>	1-25	1.000-23.000

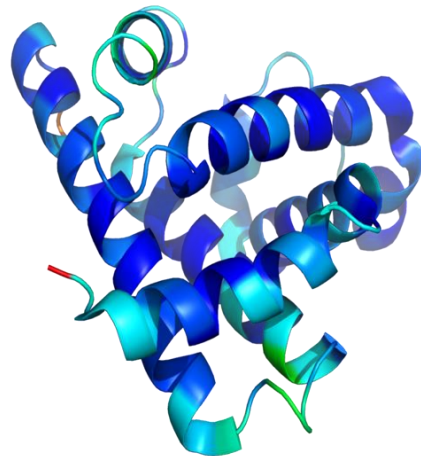


“In“-Begriffe in der Biotechnologie

Omics (Chemie.DE)

Proteomics

- Proteom, also der Gesamtheit der Proteine, die durch das Genom beschrieben werden eines Organismus ZU EINER BESTIMMTEN ZEIT
 - Gene liefern als Erbinformation den Bauplan,
 - Proteine übernehmen die biologische Funktionen oder Strukturen.
 - Wechselwirkung der unzähligen Proteine ist von entscheidender Bedeutung.
- ➔ Structural Proteomics
➔ Functional Proteomics



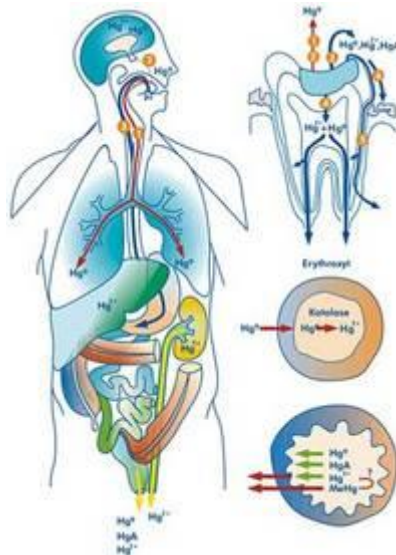
“In“-Begriffe in der Biotechnologie

Omics (Chemie.DE)

• Metabolomics

Die Untersuchung von Stoffwechselprodukten innerhalb der Zelle, Objekt der Untersuchung sind somit die Substanzen, die beim Stoffwechsel der Zelle durch die Proteine verwendet, umgesetzt oder hergestellt werden.

Analyse der Metabolite auf → Regulierungsmechanismen von Stoffkreisläufen
→ Zellaktivitäten



Biotechnologie vs. Chemie

Stärken der Biotechnologie

- hohe Selektivität der Enzyme,
 - weniger Nebenprodukte,
 - keine hohen Reinheitsanforderungen an Ausgangsstoffe,
 - weniger toxisch
- milde Reaktionsbedingungen (p, T, pH etc.)
- selbstvermehrender Biokatalysator
- nur ein Reaktor

Schwächen der Biotechnologie

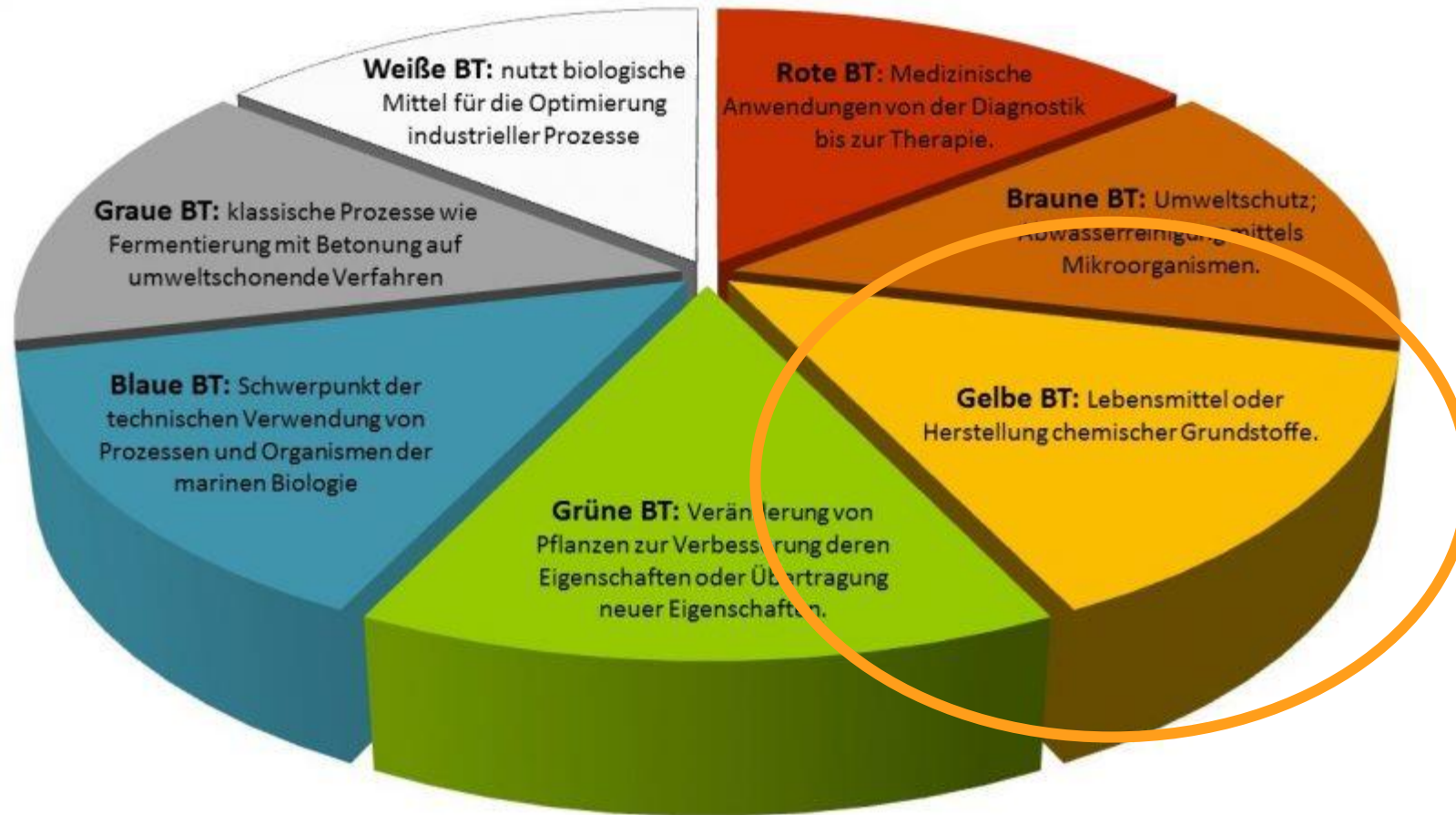
- oft geringe Reaktionsgeschwindigkeit (wegen niedriger T)
- niedrig konzentrierte Produktlösungen, meist wässrig
- Sterilität teuer
- Abwärme nicht nutzbar (wegen niedriger T)

Aufgaben der Bioverfahrenstechnik

- Charakterisierung und Auslegung von Bioreaktoren
- Beschreibung und Quantifizierung des Verhaltens von Biokatalysatoren in Wechselspiel mit ihrer Umgebung
- Bilanzierung, Modellierung und Optimierung
- Entwicklung von Prozessführungsstrategien
- Produktisolierung, Aufarbeitung
- Analytik/Biosensoren

Entwicklung, Auslegung, Optimierung, Betrieb von Bioreaktoren
→ Bioreaktions- und Bioreaktortechnik

Zusammenfassung: Farben der Biotechnologie

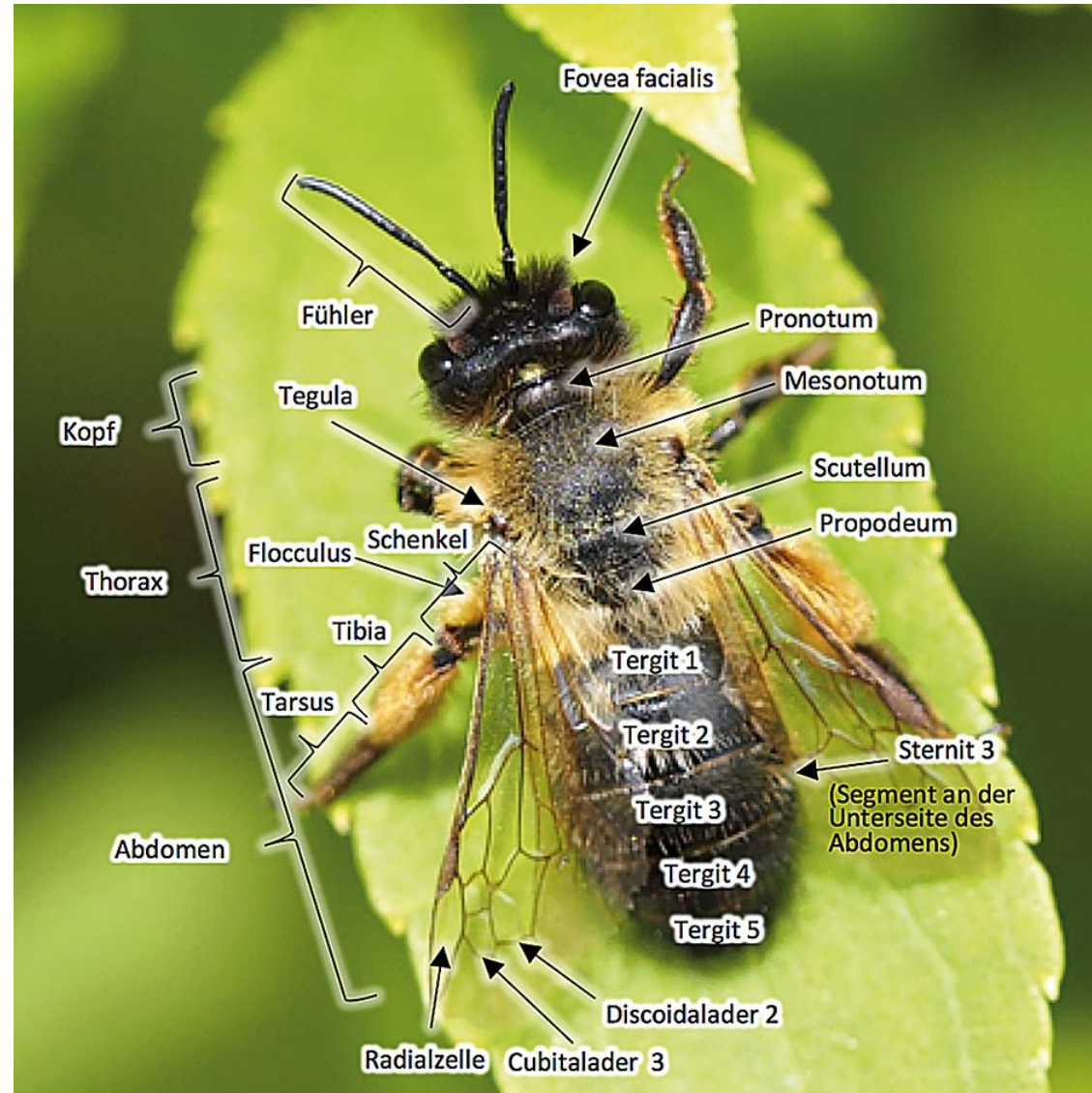


Quelle: <https://www.ba-riesa.de/studienangebote/biotechnologie/>

Bienenwachskerzen



Bienen



Von Julie Weissmann - Julie Weissmann & Hanno Schaefer (2020) Feldbestimmungshilfe für die Wildbienen Bayerns (Hymenoptera; Apoidea); Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen, 69 (2) Sonderheft; S. 5, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=120082566>

Systematik/Taxonomie der Biene

Bienen	
	
Westliche Honigbiene (<i>Apis mellifera</i>)	
Systematik	
Klasse:	Insekten (Insecta)
Ordnung:	Hautflügler (Hymenoptera)
Unterordnung:	Taillenwespen (Apocrita)
Teilordnung:	Stechimmen (Aculeata)
Überfamilie:	Apoidea
ohne Rang:	Bienen
Wissenschaftlicher Name	
Apiformes	
BROTHERS, 1975	

Familien der Bienen

Die Unterteilung der Bienen in mehrere Familien basiert unter anderem auf dem Bau der Mundwerkzeuge, ein wichtiges Merkmal ist etwa die Unterscheidung von kurz- und langzungigen Bienen. Nach Plant & Paulus (2006)^[6] werden die Bienen in folgende Familien und Unterfamilien untergliedert:

Klade I: Kurzzungige Bienen

- **Halictidae**: etwa 4.400 Arten, knapp 80 Gattungen, Unterfamilien: Halictinae, Nomioidinae, Nomiinae, Rophitinae (=Dufoureae); Gattungen in Mitteleuropa (nach^[18]): *Furchenbienen* (*Halictus* und *Lasioglossum*), *Spiralhornbienen*, *Dufourea*, *Rhophitoides*, *Rophites*, *Nomia*, *Nomioides*, *Sphecodes*
- **Andrenidae**: knapp 3.000 Arten, 46 Gattungen, Unterfamilien: Andreninae, Panurginae, Oxaeinae (teilweise als eigene Familie betrachtet); Gattungen in Mitteleuropa die *Sandbienen*, *Zottelbienen*, *Camptopoeum*, *Panurginus*, *Melitturga*
- **Stenotritidae**: 21 Arten, 2 Gattungen, auf Australien beschränkt (werden teilweise zu den Colletidae gestellt)
- **Colletidae**: ca. 2.500 Arten, 90 Gattungen, zum Großteil *Kropfsammler*, Unterfamilien: Diphaglossinae, Colletinae; In Mitteleuropa vertreten durch die *Seidenbienen* und *Maskenbienen*

Klade II (Melittidae + Langzungige Bienen)

- **Melittidae**: etwa 200 Arten, 14 Gattungen, Unterfamilien: Dasipodainae, Melittinae, Meganomiinae; Galten als „kurzzungig“, sind aber die Schwestergruppe von (Megachilidae + Apidae).^[6] In Mitteleuropa: *Hosenbienen*, *Schenkelbienen* und *Sägehornbienen*

Langzungige Bienen:

- **Megachilidae**: ca. 2.135 Arten, 76 Gattungen, Unterfamilien: Pararhophitinae, Fideliinae, Lithurginae, Megachilinae; *Bauchsammler*, in Mitteleuropa die Gattungen *Osmia*, *Hoplitis*, *Hoplosmia* (*Mauerbienen*), *Anthidium*, *Lithurgus*, *Stelis*, *Dioxys*, *Megachile*, *Coelioxys*, *Chelostoma*, *Heriades*
- **Apidae**: ca. 6.035 Arten, 172 Gattungen, Unterfamilien: Nomadinae, Xylocopinae, *Apinae*; sehr unterschiedlicher Formen, in Mitteleuropa die folgenden Tribus und Gattungen:
 - Tribus **Nomadini**: *Ammobates*, *Pasites*, *Ammobatoides*, *Blastes*, *Epeolus*, *Triepeolus* und *Nomada*
 - Tribus **Xylocopini**: *Holzbiene* (*Xylocopa*) und *Ceratina*
 - Tribus **Apini**: *Epeoloides*, *Eucera*, *Tetralonia*, *Anthophora*, *Melecta*, *Thyreus*, *Hummeln*, *Kuckuckshummeln* sowie die *Honigbienen* (*Apis*). In der Neotropis z. B. *Meliponini* (unter anderem mit *Melipona* und *Trigona*) und *Euglossini* (*Euglossa*, *Eulaema*, *Eufriesea*, *Exaerete* und *Aglae*).

In älteren Werken wird die Familie Apidae oft beschränkt auf die *Körbchensammler* und alle übrigen Gruppen als Familie *Anthophoridae* abgespalten. Wegen des *paraphyletischen* Status der Anthophoridae gilt diese Sichtweise aber als überholt. Die *Körbchensammler*, die traditionell als geschlossene Gruppe angesehen werden (Apinae), bestehen aus folgenden Tribus:

- Apini
 - *Honigbienen* (*Apis*): 9 Arten, davon in Mitteleuropa nur die *Westliche Honigbiene* heimisch
- Bombini
 - *Hummeln* (*Bombus*)
- *Meliponini*: Stachellose Bienen (23 Gattungen), kommen in allen Tropenregionen vor, besonders artenreich in Mittel- und Südamerika
- *Euglossini*: 5 Gattungen

Bienenwachskerzen

- Was ist Bienenwachs?
- Wie entsteht Bienenwachs?
- Wie wird Bienenwachs gewonnen?
 - Wachs: Ernten, verarbeiten und veredeln
- Ist Bienenwachs nachhaltig?
- Bienen- Erkrankungen (die Varroa-Milbe) – Resistenzzüchtung (Königin –keine geschlechtsreife Varroa Entwicklung möglich- Drohnen
- Kostenaufstellung im Vergleich zu „normalen Kerzen“
- Verfahren zur industriellen Herstellung von qualitativ hochwertigen Haushaltskerzen mit einer Produktionskapazität von bis zu 5000 Kerzen pro Stunde; Beantworten Sie dazu die spezifischen von den Lehrenden aus ihren jeweiligen Lehrbereichen zum Thema Kerzen und Kerzenherstellung gestellten Fragestellungen

- https://www.mr-beam.org/blogs/news/wie-entsteht-bienenwachs?srltid=AfmBOorvL5-YoRLBdKBn1IM9KRG0D8R8Br9REp3_FU5q8NkqRwMyGwy8
- Bieneninstitut Kirchheim

Themen der weiteren Vorlesungen hinsichtlich des Projekts:

- *Herstellungsprozess ursprünglich/historisch – bis heute*
(batch/fedbach/kontinuierlich) – Bioreaktoren/Produktionsanlagen

