

**Lehrplan  
für das Berufskolleg  
in Nordrhein-Westfalen**

**Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent**

**Bildungsgänge der Berufsfachschule,  
die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht  
und zur Fachhochschulreife führen**

**Fächer des fachlichen Schwerpunktes**

Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf  
40304/2007 i. d. F. 8/2014

**Auszug aus dem Amtsblatt**  
**des Ministeriums für Schule und Weiterbildung**  
**des Landes Nordrhein-Westfalen**  
**Nr. 07/07**

**Berufskolleg;**  
**Bildungsgänge der Berufsfachschule**  
**nach § 2 Abs. 1 Anlage C (C 1 bis C 4)**  
**der Verordnung**  
**über die Ausbildung und Prüfung**  
**in den Bildungsgängen des Berufskollegs (APO-BK);**  
**Richtlinien und Lehrpläne**

RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung  
v. 3. 6. 2007 – 612-6.08.01.13-23252, **geändert** durch RdErl. v. 1.8.2011 (ABl. NRW. 9/11 S. 496),  
**geändert** durch Verordnung zur Änderung der APO-BK vom 30.5.2014 (GV. NRW. S. 314)

**Bezug:**  
RdErl. d. Ministeriums für Schule, Jugend und Kinder  
v. 20. 12. 2004 (ABl. NRW. 1/05 S. 12)

Unter Mitwirkung erfahrener Lehrkräfte wurden Richtlinien und Lehrpläne für die Bildungsgänge der Berufsfachschule nach § 2 Abs. 1 Anlage C (C 1 bis C 4) der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs (APO-BK) erarbeitet.

Die Richtlinien und Lehrpläne für die in der **Anlage** aufgeführten Bildungsgänge werden hiermit gemäß § 29 Schulgesetz (BASS 1 – 1) mit Wirkung vom 1. 8. 2007 in Kraft gesetzt.

Die Veröffentlichung erfolgt in der Schriftenreihe „Schule in NRW“.

Die Richtlinien und Lehrpläne zur Erprobung sind allen an der didaktischen Jahresplanung für den Bildungsgang Beteiligten zur Verfügung zu stellen und zusätzlich in der Schulbibliothek u. a. für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.

Der Erlass vom 7. 5. 2001 - 634. 36-31/2 Nr. 102/01 - (n. v.) wird bezüglich der Fächer, für die nunmehr die Lehrpläne in Kraft treten, mit Wirkung vom 1. 8. 2007 aufgehoben. Die im Bezugserlass aufgeführten Lehrpläne zur Erprobung, die von den nunmehr auf Dauer festgesetzten Lehrplänen abgelöst werden, treten mit Wirkung vom 1. 8. 2007 außer Kraft.

Auf der Grundlage der Verordnung zur Änderung der APO-BK vom 30.5.2014 sowie des Runderlasses zur Änderung der Verwaltungsvorschriften vom 2.6.2014 wurden die Berufsbezeichnungen geändert sowie die Bestimmungen für die Fachhochschulreifepfung (4. Prüfungsfach). Die Änderungen gelten für Schülerinnen und Schüler, die am 1.8.2014 in den Bildungsgang eingetreten sind.

**Anlage**

---

**Heft- Bildungsgang**  
**Nr.**

---

- 40301 Staatlich geprüfte Assistentin für Betriebsinformatik/  
Staatlich geprüfter Assistent für Betriebsinformatik (auslaufend gültig bis 31.7.2016)
- 40301 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,  
Schwerpunkt Betriebsinformatik (gültig ab 1.8.2014)
- 40302 Staatlich geprüfte Bautechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Bautechnischer Assistent  
Schwerpunkt Hoch-/Tiefbau
- 40306 Staatlich geprüfte Bautechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Bautechnischer Assistent, Schwerpunkt Denkmalpflege

- 40303 Staatlich geprüfte Bekleidungstechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Bekleidungstechnischer Assistent
- 40304 Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent
- 40305 Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent
- 40307 Staatlich geprüfte Elektrotechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Elektrotechnischer Assistent
- 40308 Staatlich geprüfte Gestaltungstechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Gestaltungstechnischer Assistent;  
Schwerpunkt Grafikdesign und Objektdesign
- 40309 Staatlich geprüfte Gestaltungstechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Gestaltungstechnischer Assistent,  
Schwerpunkt Medien/Kommunikation
- 40310 Staatlich geprüfte Informatikerin Medizinökonomie/  
Staatlich geprüfter Informatiker Medizinökonomie
- 40311 Staatlich geprüfte Informatikerin Multimedia/  
Staatlich geprüfter Informatiker Multimedia
- 40312 Staatlich geprüfte Informatikerin Softwaretechnologie/  
Staatlich geprüfter Informatiker Softwaretechnologie
- 40313 Staatlich geprüfte Informatikerin Wirtschaft/  
Staatlich geprüfter Informatiker Wirtschaft
- 40314 Staatlich geprüfte Informationstechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Informationstechnischer Assistent
- 40315 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,  
Schwerpunkt (bisher Fachrichtung) Betriebswirtschaft
- 40316 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,  
Schwerpunkt (bisher Fachrichtung) Fremdsprachen
- 40317 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,  
Schwerpunkt (bisher Fachrichtung) Informationsverarbeitung
- 40319 Staatlich geprüfte Kosmetikerin/Staatlich geprüfter Kosmetiker
- 40320 Staatlich geprüfte Lebensmitteltechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Lebensmitteltechnischer Assistent
- 40321 Staatlich geprüfte Maschinenbautechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Maschinenbautechnischer Assistent
- 40322 Staatlich geprüfte Physikalisch-technische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Physikalisch-technischer Assistent
- 40326 Staatlich geprüfte Physikalisch-technische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Physikalisch-technischer Assistent  
Schwerpunkt Metallographie und Werkstoffkunde
- 40323 Staatlich geprüfte Präparationstechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Präparationstechnischer Assistent  
Schwerpunkt Biologie

40324 Staatlich geprüfte Präparationstechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Präparationstechnischer Assistent  
Schwerpunkt Geologie

40325 Staatlich geprüfte Präparationstechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter Präparationstechnischer Assistent  
Schwerpunkt Medizin

40327 Staatlich geprüfte Umweltschutztechnische Assistentin/  
Staatlich geprüfter umweltschutztechnischer Assistent

40328 Richtlinien für die Bildungsgänge der Berufsfachschule, die zu einem Berufsabschluss  
und zur Fachhochschulreife führen

# Inhalt

	Seite	
<b>1</b>	<b>Der Bildungsgang Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Richtlinien und Lehrpläne</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Studentafeln und ihre Handhabung</b>	<b>9</b>
3.1	Studentafel nach APO- BK Anlage C1	9
3.2	Studentafel nach APO-BK Anlage C2	10
<b>4</b>	<b>Vorgaben für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes</b>	<b>11</b>
4.1	Biochemie/Molekularbiologie	11
4.1.1	Bedeutung des Faches	11
4.1.2	Struktur des Faches	13
4.2	Zellbiologie	15
4.2.1	Bedeutung des Faches	15
4.2.2	Struktur des Faches	16
4.3	Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik	18
4.3.1	Bedeutung des Faches	18
4.3.2	Struktur des Faches	18
4.4	Botanik/Zoologie	20
4.4.1	Bedeutung des Faches	20
4.4.2	Struktur des Faches	20

# **1 Der Bildungsgang Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent**

Der Bildungsgang „Staatlich geprüfte Biologisch-Technische Assistentin/Staatlich geprüfter Biologisch-Technischer Assistent“ im Rahmen der dreijährigen Berufsfachschule für Technik führt zu einer grundlegenden Berufsausbildung in der Fachrichtung Biologie.

Die Berufskollegs leisten mit diesem Bildungsgang einen Beitrag zur Versorgung der Wirtschaft mit Fachkräften, die komplexe Aufgaben und Labortätigkeiten in Universitäts- und Forschungsinstituten, Industrie und Behörden der Umweltüberwachung bewältigen können.

Die schnelle Weiterentwicklung in den biologischen Wissenschaften erfordert die Bereitschaft aktiv, sowohl an diesen Entwicklungen teilzunehmen, als auch diese Veränderungen in Arbeitsprozesse zu integrieren. Dazu ist eine breit angelegte Ausbildung in den Bereichen der modernen wie klassischen Biologie notwendig. Ergänzt durch Kenntnisse der Physik und Mathematik erhalten die Auszubildenden eine fundierte Basisqualifikation als Voraussetzung beruflicher Flexibilität und künftiger Weiterbildungsfähigkeit.

Mit den im fachlichen Schwerpunkt obligatorischen Fächern Zellbiologie, Biochemie/Molekularbiologie, Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik und Botanik/Zoologie wird eine berufsorientierte Basis geschaffen, die mit der geeigneten Wahl/Festlegung weiterer Fächer die weitgehende biologische Ausrichtung schärft und so ein regional wünschenswertes Ziel schafft.

Die zu den einzelnen Fächern angeführten Themenbereiche und Inhalte stehen als verbindliche Orientierungshilfen. Sie sind bei der Umsetzung zeitlich nicht zwangsläufig gleichgewichtig. Hier kann die Schule in der didaktischen Jahresplanung über eine differenzierte Gewichtung profilbildende Akzente setzen, in dem sie den jeweiligen Themenbereichen ein dem Profil der Schule angemessenen Anteil der Unterrichtsstunden zuweist.

Die jeweilige inhaltliche Ausrichtung, d. h. die Wahl des Systems als Lerngegenstand oder als Lernsituation (Lernorganisation und der Unterrichtsplanung), bleibt der Entscheidung der Schule, ausgerichtet an den regional vorliegenden und den gegebenen Bedürfnissen der Schule vorbehalten.

In der Ausbildung zum Biologisch-technischen Assistenten muss die Problematik des Konfliktes zwischen biologisch-technisch Machbarem, Wünschenswertem und Unvermeidbarem aufgegriffen werden. Bei der Frage nach der Verantwortbarkeit der Gentechnologie dürfen die Chancen und Risiken ihrer Anwendungen nicht pauschalisiert, sondern einzeln und projektgebunden abgewogen werden.

Die beruflichen Anforderungen der Biologisch-technischen Assistentinnen und Assistenten sind durch vielfältige Aufgaben und Arbeitsgebiete gekennzeichnet; typi-

sche Aufgaben- und Arbeitsfelder sind die Mitarbeit in Routine, Forschung, Entwicklung, Produktion und Qualitätskontrolle.

Deshalb ist die Vermittlung von Basiskompetenzen, die Fähigkeit der methodenkritischen Bewertung von Ergebnissen und ihre Einordnung in fachsystematische Zusammenhänge entscheidend. Dazu gehört das Planen, Durchführen und Protokollieren biologischer Untersuchungen, die durch Auswertungs- und Dokumentationsverfahren unterstützt werden, sowie der kompetente Umgang mit biologisch-chemischen Verfahren und Analysegeräten.

Dieser Bildungsgang bietet sich für Schülerinnen und Schüler an, die ein besonderes Interesse an biologisch naturwissenschaftlichen Fragestellungen haben. Darüber hinaus werden ihnen naturwissenschaftlich-mathematische Arbeitsmethoden, handwerklich praktische Fähigkeiten, sowie ökonomisches Handeln vermittelt. Im fachlichen Zusammenhang ist die Verwendung der Fremdsprache Englisch unerlässlich.

## **2 Richtlinien und Lehrpläne**

Inhalt und Struktur des Bildungsgangs „Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent“ sind in den Richtlinien sowie den Lehrplänen für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes festgelegt. In den Richtlinien sind die Rahmenbedingungen für die Anwendung der folgenden Fachlehrpläne dargestellt. Ebenso enthalten sie didaktische und methodische Vorgaben für die Anwendung der Fachlehrpläne und beschreiben die Handhabung der Stundentafeln. Die Fachlehrpläne sind Bestandteil der Richtlinien. (Siehe hierzu Richtlinie für die Bildungsgänge „Staatlich geprüfte Assistentin/Staatlich geprüfter Assistent“).



### 3 Studentafeln und ihre Handhabung

#### 3.1 Studentafel nach APO- BK Anlage C 1

<b>Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent und Fachhochschulreife</b>			
<b>Lernbereiche/Fächer:</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Berufsbezogener Lernbereich</b>			
<i>Fächer des fachlichen Schwerpunktes:</i> <sup>1 7</sup>	<b>720 – 880</b>	<b>720 – 880</b>	<b>720 – 880</b>
• <i>Biochemie/Molekularbiologie</i> <sup>2 3</sup>	80– 280	160 – 200	160 – 240
• <i>Zellbiologie</i> <sup>2 3</sup>	80	80 – 200	160 – 200
• <i>Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik</i> <sup>2 3</sup>	80 – 160	120 – 200	160 – 200
• <i>Botanik/Zoologie</i> <sup>2 3</sup>	160 – 280	160 – 200	120 – 160
• <i>Weiteres Fach/Weitere Fächer</i> <sup>4</sup>	mind. 80	mind. 80	mind. 80
Mathematik <sup>2</sup>	80	80	80
Wirtschaftslehre	80	80	80
Englisch <sup>5</sup>	80	80	80
Betriebspraktika		mind. 8 Wochen	
<b>Berufsübergreifender Lernbereich</b>			
Deutsch/Kommunikation <sup>5</sup>	80	80	80
Religionslehre	80	80	80
Sport/Gesundheitsförderung	80	80	80
Politik/Gesellschaftslehre	80	80	80
<b>Differenzierungsbereich</b> <sup>6</sup>			
	0 – 160	0 – 160	0 – 160
<b>Gesamtstundenzahl</b>	<b>1440</b>	<b>1440</b>	<b>1440</b>

#### **Fachhochschulreifeprüfung**<sup>7</sup>

Schriftliche Prüfungsfächer:

1. Ein Fach des fachlichen<sup>8</sup> Schwerpunktes
2. Ein Fach des fachlichen Schwerpunktes aus dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen<sup>8</sup> Bereich oder Mathematik
3. Deutsch/Kommunikation
4. Englisch

#### **Berufsabschlussprüfung**<sup>7</sup>

Schriftliche Prüfungsfächer:

1. Prüfungsfach
2. Prüfungsfach
3. Prüfungsfach

- 1 Im fachlichen Schwerpunkt soll der Anteil der Laborausbildung/Fachpraxis mindestens die Hälfte des Stundenvolumens betragen.
- 2 Mögliches schriftliches Fach der Fachhochschulreifeprüfung.
- 3 Mögliches schriftliches Fach der Berufsabschlussprüfung.
- 4 Festlegung durch die Bildungsgangkonferenz, als weiteres Fach/weitere Fächer kommen u. a. in Betracht: Arbeitssicherheit, Biotechnologie, Immunologie, Labordatenverarbeitung, Labormanagement, Lebensmittelchemie, Pflanzenschutz, Physikalische Mess- und Prüftechnik, Toxikologie, Umweltanalytik. Das Stundenvolumen ist so zu wählen, dass unter Berücksichtigung des Differenzierungsbereiches die Gesamtstundenzahl von jeweils 1440 Stunden pro Jahr gewährleistet ist.
- 5 Schriftliches Fach der Fachhochschulreifeprüfung.
- 6 Im Differenzierungsbereich sind über den gesamten Ausbildungszeitraum mindestens 240 Stunden anzubieten. Darin sind bei Bedarf 160 Stunden für die zweite Fremdsprache enthalten.
- 7 Im Rahmen der erlassenen Vorgaben / Richtlinien und Lehrpläne entscheidet die Bildungsgangkonferenz über die Auslegung des fachlichen Schwerpunktes. Zu Beginn des letzten Ausbildungsjahres legt die Bildungsgangkonferenz die Fächer des fachlichen Schwerpunktes als schriftliche Fächer der Fachhochschulreifeprüfung und der Berufsabschlussprüfung fest.
- 8 Wird als schriftliches Fach der Berufsabschlussprüfung gewertet.

### 3.2 Studentafel nach APO-BK Anlage C 2

<b>Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent für Hochschulzugangsberechtigte</b>		
<b>Lernbereiche/Fächer:</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Berufsbezogener Lernbereich</b>		
<i>Fächer des fachlichen Schwerpunktes:</i> <sup>1 5</sup>	<b>920 – 1160</b>	<b>920 – 1160</b>
• <i>Biochemie/Molekularbiologie</i> <sup>2</sup>	200 – 240	200 – 280
• <i>Zellbiologie</i> <sup>2</sup>	120 – 240	200 – 240
• <i>Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik</i> <sup>2</sup>	160 – 240	200 – 240
• <i>Botanik/Zoologie</i> <sup>2</sup>	200 – 240	160 – 200
• <i>Weiteres Fach/Weitere Fächer</i> <sup>3</sup>	mind. 120	mind. 120
Mathematik	40	40
Wirtschaftslehre	40	40
Englisch	40	40
Betriebspraktika	mind. 8 Wochen	
<b>Berufsübergreifender Lernbereich</b>		
Deutsch/Kommunikation	40	40
Religionslehre	40	40
Sport/Gesundheitsförderung	40	40
Politik/Gesellschaftslehre	40	40
<b>Differenzierungsbereich</b> <sup>4</sup>		
	0 – 240	0 – 240
<b>Gesamtstundenzahl</b>	<b>1440</b>	<b>1440</b>

#### **Berufsabschlussprüfung**<sup>5</sup>

Schriftliche Prüfungsfächer:

1. Prüfungsfach
2. Prüfungsfach
3. Prüfungsfach

- 
- 1 Im fachlichen Schwerpunkt soll der Anteil der Laborausbildung/Fachpraxis mindestens die Hälfte des Stundenvolumens betragen.
  - 2 Mögliches schriftliches Fach der Berufsabschlussprüfung.
  - 3 Festlegung durch die Bildungsgangkonferenz, als weiteres Fach/weitere Fächer kommen u. a. in Betracht: Arbeitssicherheit, Biotechnologie, Immunologie, Labordatenverarbeitung, Labormanagement, Lebensmittelchemie, Pflanzenschutz, Physikalische Mess- und Prüftechnik, Toxikologie, Umweltanalytik. Das Stundenvolumen ist so zu wählen, dass unter Berücksichtigung des Differenzierungsbereiches die Gesamtstundenzahl von jeweils 1440 Stunden pro Jahr gewährleistet ist.
  - 4 Im Differenzierungsbereich sind über den gesamten Ausbildungszeitraum mindestens 240 Stunden anzubieten. Darin sind bei Bedarf 160 Stunden für die zweite Fremdsprache enthalten.
  - 5 Im Rahmen der erlassenen Vorgaben / Richtlinien und Lehrpläne entscheidet die Bildungsgangkonferenz über die Auslegung des fachlichen Schwerpunktes. Zu Beginn des letzten Ausbildungsjahres legt die Bildungsgangkonferenz die Fächer des fachlichen Schwerpunktes als schriftliche Fächer der Berufsabschlussprüfung fest.

## **4 Vorgaben für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes**

Bei der Erstellung der Didaktischen Jahresplanung hat die Bildungsgangkonferenz über die Vorgaben für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes hinaus weitere allgemeine Inhalte und rechtliche Bestimmungen für die Ausbildung „Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistentinnen und Assistenten“ zu beachten. Soweit diese Inhalte durch die Fächer dieses Lehrplanes nicht abgedeckt werden, ist sicherzustellen, dass sie in den Weiteren Fächern und im berufsübergreifenden Lernbereich der Stundentafel vermittelt werden.

Beispielhaft sind folgende Aufgaben und Qualifikationen zu nennen:

- Beachten der Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Regeln der Arbeitshygiene, Handhaben der persönlichen Schutzausrüstung, der Sicherheits- und Brandschutzeinrichtungen
- Beachten der Vorschriften zum Schutz vor Missbrauch personenbezogener Daten
- Kenntnisse zur Datensicherheit als umfassende technische und organisatorische Aufgabe, um die Beschädigung und den Verlust von Daten zu verhindern
- Beachten der Verhaltensweisen bei Unfällen, Ergreifen von Maßnahmen der Ersten Hilfe
- Beachten der Vorschriften zum Umweltschutz, Vermeiden von Umweltbelastungen, rationelles Einsetzen der bei der Arbeit verwendeten Energie
- Einsetzen, Pflegen und Instandhalten der Arbeitseinrichtungen und Arbeitsmittel
- Kennzeichnen, Aufbewahren, Handhaben und Entsorgen von Arbeitsstoffen
- Erarbeiten von Arbeits- und Betriebsanleitungen, Auswerten und Dokumentieren von Arbeits-/Prüfungsergebnissen
- Halten von Labortieren und Experimentieren mit Labortieren unter Einhaltung der Vorschriften des Tierschutzgesetzes
- Anwenden von spezifischen betriebswirtschaftlichen Verfahren

### **4.1 Biochemie/Molekularbiologie**

#### **4.1.1 Bedeutung des Faches**

Die Inhalte des Faches sind beispielhaft. Angesichts des sich beschleunigenden Erkenntniszuwachses sowie der fortschreitenden technischen Entwicklung in Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft muss die Bildungsgangkonferenz die Gültigkeit der Inhalte fortwährend überprüfen und sie gegebenenfalls, u. a. unter Berücksichtigung der Anforderungen des regionalen Wirtschaftsraumes, anpassen bzw. durch neue Inhalte ersetzen.

Vor dem Hintergrund des enormen Kenntniszuwachses (z. B. Humangenomprojekt) kommt dem Fach Biochemie/Molekularbiologie innerhalb der Biologie ein immer größerer Stellenwert zu, der sich auch in dem hohen Stundenanteil in Rahmen der Ausbildung widerspiegelt. In dem Fach Biochemie/Molekularbiologie soll den Auszubildenden sowohl ein solides Grundwissen chemischer, biochemischer und molekularbiologischer Erkenntnisse und Techniken vermittelt als auch Basiskom-

petenzen für andere Fächer gelegt werden. Dieses ist von besonderer Bedeutung, da die Schülerinnen und Schüler mit sehr heterogenen Vorkenntnissen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich die Ausbildung beginnen.

Ziel des Faches ist es, grundlegende Gesetzmäßigkeiten und chemische Eigenschaften insbesondere biologisch relevanter Stoffe und Stoffklassen zu vermitteln sowie physikalisch-chemische Eigenschaften der Stoffe ableiten zu können, wie beispielsweise das Verhalten saurer oder basischer Gruppen bei unterschiedlichen pH-Werten im elektrischen Feld. Ferner ist ein Bezug zu den Anwendungen der Erkenntnisse in biochemischer Analytik als auch zu molekularbiologischen Techniken deutlich herzustellen. Neben den Inhalten, Strukturen, Methoden und der technischen Umsetzung sollen auch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen vermittelt sowie ein adäquater Umgang mit der Fachsprache eingeübt werden.

Als Schwerpunkte in diesem Fach werden folgende Teilbereiche aus der Biochemie und Molekularbiologie ausgewählt:

- Allgemeine Grundlagen der anorganischen Chemie, einschließlich des Aufbaus der Atome, Bindungstypen, Säure-Base-Reaktionen, Salze, Redoxvorgänge und stöchiometrisches Rechnen
- Allgemeine Grundlagen der organischen Chemie unter besonderer Berücksichtigung biologisch relevanter funktioneller Gruppen
- Chemischer Aufbau und chemisches Verhalten biologisch relevanter Moleküle und Makromoleküle, Fette, Kohlenhydrate, Aminosäuren, Peptide, Proteine, Nucleoside, Nucleotide, DNA und RNA
- Instrumentelle Analytik
- Grundlagen der Elektrochemie
- Biochemische und molekularbiologische Techniken zur Isolierung, Aufreinigung und Charakterisierung von Proteinen und Enzymen
- Molekularbiologische Techniken zur Isolierung, Aufreinigung, Charakterisierung, Veränderung und Vervielfältigung von DNA, besonders Klonierungsstrategien und PCR-Techniken
- Stoffwechselreaktionen, Energiegewinnung und Stoffwechselregulation
- Enzymkinetik und Inhibierung von Enzymen an ausgewählten Beispielen, z. B.  $\beta$ -Galactosidase
- Realisierung der genetischen Information einschließlich der Regulation von Genen.

Die oben aufgeführten Themenbereiche der Biochemie/Molekularbiologie decken wesentliche Bereiche des Faches ab und erschließen auch weitreichende technologische Problemstellungen der Arbeitswelt.

Die Bezüge zu anderen Fächern der Ausbildung sind vielfältig. Im Deutsch- und Englischunterricht können Laborberichte, Versuchsanleitungen und molekularbiologische Protokolle sowie Berichte zum absolvierten Betriebspraktikum bearbeitet werden. Computer mit spezieller Software steuern Versuchs- und Messapparaturen, zeichnen Messwerte auf, dienen der Dokumentation und finden Anwendung bei der Versuchsauswertung und Erstellung von Protokollen. Das Fach Biochemie/Molekularbiologie steht ferner in Beziehung zur Mathematik, da viele chemi-

sche und molekularbiologische Sachverhalte mathematisch beschrieben und quantitativ erfasst werden können. Der Grad der mathematischen Abstraktion steigt in Verlauf der Ausbildung.

Ferner weist das Fach Biochemie/Molekularbiologie vermehrt Bezüge zu anderen biologischen Disziplinen auf, wie der Mikrobiologie, Bioverfahrenstechnik, Zellbiologie und Zellkulturtechnik. Da prokaryontische wie eukaryontische Mikroorganismen Modellsysteme in der Molekularbiologie darstellen und gezielt veränderte Organismen und Zelllinien tierischen und pflanzlichen Ursprungs in der Bioverfahrenstechnik sowie Zellkulturtechnik Anwendung finden, ergeben sich direkt Schnittmengen zwischen den Fächern.

#### 4.1.2 Struktur des Faches

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
<b>Allgemeine und Anorganische Chemie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aufbau der Materie und Atome, insbesondere Atommodell nach Rutherford und Bohr</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Periodensystem der Elemente unter Berücksichtigung biologisch bedeutsamer Elemente (Alkali-, Erdalkalimetalle, C, N, P, O, S, Halogene)</li> </ul>	Physikalische und chemische Eigenschaften von Stoffen Nachweise einzelner Ionen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Chemische Bindungen, Ionenbindung, Elektronenpaarbindung, koordinative Bindung, Elektronegativität und polarisierte Bindungen, Wasserstoffbrückenbindungen</li> </ul>	Ableitung des Verhaltens chemischer Verbindungen aus Sicht der Laborsicherheit, Erklärung von R- und S-Sätzen Anwendung Wasseranalytik
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Chemische Reaktionen, Deutung auf molekularer Ebene, Energieänderungen, Reaktionsgeschwindigkeit, Katalyse und Enzyme</li> </ul>	z. B. Umsetzung von $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen mit Ammoniak, photometrische Bestimmung des Kupfertetraamin-Komplexes z. B. enzymatischer Abbau von Stärke durch Amylase
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Chemisches Gleichgewicht und Reaktionen als dynamische Vorgänge, Anwendung auf Säuren und Basen, Pufferlösungen</li> </ul>	pH-Messungen in wässrigen Lösungen, Maßanalyse: Bestimmung der Stoffmengenkonzentration von Säuren und Laugen, Aufnahme von Titrationskurven, Bestimmung der Pufferkapazität, Extraktionsverfahren als Beispiel für eine Flüssig-Flüssig-Verteilung, Ionenaustauschreaktionen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redoxreaktionen und Oxidationszahlen, biologische Knallgasreaktion als Beispiel für eine Redoxreaktion</li> </ul>	z. B. Manganometrie, Jodometrie, Nassaufschluss von Bodenproben durch Oxidation mit anschließender kolorimetrischer Eisenbestimmung oder Phosphatbestimmung

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Stöchiometrische Grundlagen, Stoffmenge und Teilchenzahl</li> </ul>	Wichtige Gehaltsangaben von Mischphasen: Massenanteil ( $w$ ), Massenkonzentration ( $\beta$ ), Volumenkonzentration ( $\sigma$ ), Stoffmengenkonzentration ( $c$ )
<b>Organische Chemie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hybridorbitalmodell</li> <li>● Aliphate und Aromate und deren physikalische und chemische Eigenschaften</li> </ul>	Biologische bedeutsame aliphatische Verbindungen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Biologisch relevante funktionelle Gruppen wie z. B.: Hydroxylgruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe, Aminogruppe</li> </ul>	Herleitung physikalischer und chemischer Eigenschaften organischer Verbindungen mit den genannten funktionellen Gruppen, Reaktivität der genannten Gruppen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kohlenhydrate als biologisch relevante Verbindungen mit Carbonyl- und Hydroxylgruppen, Mono-, Di- und Polysaccharide</li> </ul>	Nachweis von Aldosen mit z. B. Fehling- oder Tollens-Reagenz, Stärkenachweis mit Lugolscher Lösung etc.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Substituierte Carbonsäuren, insbesondere Aminosäuren, Säure-Base-Eigenschaften der Aminosäuren und isoelektrischer Punkt von Proteinen/Aminosäuren</li> </ul>	Struktur proteinogener Aminosäuren und Beispiele biologisch relevanter nicht proteinogener Aminosäuren, z. B. GABA, Bestimmung des isoelektrischen Punkts einer Aminosäure durch Elektrophorese
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Carbonsäurederivate: Ester und Amide, Aufbau von Fetten</li> </ul>	Jodzahl, Säurezahl, Verseifungszahl Wassergehalt in Fetten Veresterung, Verseifung
<b>Molekularbiologische Grundlagen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aufbau und Struktur von DNA und RNA</li> <li>● Aufbau und Nomenklatur von Nucleosiden und Nucleotiden</li> <li>● Replikation der DNA (semikonservatives Modell), Replikationsenzyme</li> <li>● Grundlagen der Proteinbiosynthese, Transkription und Translation</li> </ul>	Elektrophoretische Trennung von DNA in Agarosegelen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Techniken zur Isolierung, Aufreinigung und Veränderung von DNA</li> </ul>	Aufschluss von Bakterienzellen nach dem Verfahren der alkalischen SDS-Lyse, Aufreinigung von DNA an Silicamembranen, Restriktionsanalyse von DNA, Klonierungsstrategien, T4 DNA-Ligase, Vektoren und Cosmide
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grundlagen und Anwendungen der Polymerase-Kettenreaktion (PCR)</li> </ul>	Optimierung der Annealingtemperatur einer Polymerase-Kettenreaktion, PCR-RFLP zur Tierartbestimmung in der Lebensmittelüberwachung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Genregulation: Enzyminduktion am Beispiel des lac-Operons und Enzymrepression am Beispiel tryptophan-Operons</li> </ul>	Einbau von regulatorischen Einheiten in rekombinante Organismen

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transformation von eukaryotischen Zellen durch Elektroporation oder prokaryotischen Zellen mit der Calciumchlorid-Methode und Methoden der Selektion transformierter Zellen</li> </ul>	Transformation von Escherichia coli mit dem Plasmid pUC 19 zur $\alpha$ -Komplementation (Bezug zum lac-Operon) oder Antibiotika Resistenz
<b>Chromatographische Methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trennung von biologisch relevanten Molekülen und Biopolymeren</li> </ul>	Gelfiltrationschromatographische Trennung von Proteinen, Ionenaustausch-Chromatographie zur Aufreinigung von DNA und Enzymen, hochleistungsflüssigkeitschromatographische Trennungen an RP-Phasen (RP-HPLC)

<b>Moderne Analyseverfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chromatographie und Spektroskopie</li> </ul>	z. B. AAS, IR, NMR, Massensp.
<b>Elektrochemie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine Grundlagen</li> </ul>	Neurophysiologie Aufbau von Elektroden
<b>Grundlagen der Proteinchemie und Enzymkinetik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemische und physikalische Eigenschaften proteinogener Aminosäuren, Peptidbindung, Peptide und Proteine, Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen</li> </ul>	z. B. Elektrophoretische Bestimmung des isoelektrischen Punktes von Proteinen, Trennung von Proteinen in Polyacrylamidgelen (SDS-Gelelektrophorese, isoelektrischen Fokussierung) und Färbetechniken
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau und Wirkungsweise von Enzymen, Nomenklatur und Einteilung der Enzyme, pH- und Temperaturabhängigkeit der Enzymaktivität, Enzymkinetik: <math>K_M</math>-Wert und <math>v_{max}</math>-Wert, Michaelis-Menten-Diagramm, Lineweaver-Burk-Diagramm, Enzyminhibierung: kompetitive und nicht kompetitive Inhibierung</li> </ul>	Beispielhafte enzymkinetische Untersuchungen an der alkalischen Phosphatase oder an der Lactatdehydrogenase (optischer Test mit $NAD^+$ oder P-NPP) oder Katalase.

## 4.2 Zellbiologie

### 4.2.1 Bedeutung des Faches

Lebende Systeme in ihren unendlichen Verschiedenheiten beruhen letztlich auf ihren kleinsten funktionellen Einheiten, den Zellen. Um zu einem integrierten Verständnis der Zelle als elementarem Baustein des Lebens zu gelangen, werden im Fach Zellbiologie Struktur- und Funktionszusammenhänge gerade im Hinblick auf ein Gesamtgefüge vermittelt.

Während im Fach Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik die prokaryotische Zelle Unterrichtsgegenstand ist, werden im Fach Zellbiologie vorwiegend eukaryotische Zellen betrachtet, die sich trotz aller Verschiedenheit durch eine grundsätzliche Gleichartigkeit in den Mechanismen auszeichnen, mit denen sie arbeiten.

Daraus ergibt sich einerseits eine ähnliche Methodik bei der Untersuchung zellulärer Phänomene in unterschiedlichen Organismengruppen, andererseits gelangt man durch Anwendung der Methoden mit verschiedenen Fachgebieten wie beispielsweise Physik, Chemie, Immunologie oder Genetik zu einem integrativen Verständnis der Zelle im Gesamtgefüge Organismus. Diese Thematik impliziert somit fächerübergreifendes Denken.

Darüber hinaus ist eine Orientierung des Faches an der methodischen Entwicklung und an der Formulierung neuer Probleme unabdingbar.

Neben cytologischen, histologischen, histochemischen und mikroskopischen Verfahren kommen auch Techniken zur Isolierung und Analyse von Organellen und Zellinhaltsstoffen zur Anwendung.

Um der Bedeutung der Pharmakokinetik und immunologischer Methoden in der Diagnostik Rechnung zu tragen, sollten auch in diesen Arbeitsfeldern Kompetenzen erworben werden.

Als Untersuchungsobjekte dienen sowohl Zellen in situ als auch zur Vermeidung von Tierversuchen und zur Standardisierung Zell- und Gewebekultursysteme, deren unterrichtliche Behandlung ausgiebig erfolgen sollte, denn gerade die hier gewonnenen Kompetenzen lassen sich zur Bearbeitung molekularbiologischer, proteinchemischer, zellanalytischer und gentechnischer Fragestellungen nutzen.

#### 4.2.2 Struktur des Faches

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
<b>Allgemeine Cytologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Merkmale des Lebendigen</li> <li>● Morphologische, biophysikalische und biochemische Grundlagen der Zelle</li> <li>● Grundlagen der Humangenetik</li> <li>● Cytologische Techniken (Materialgewinnung, Fixierung und cytologische Färbungen z. B. Papanicolaou)</li> </ul>	Erarbeitung von Struktur- und Funktionszusammenhängen um zu einem integrativen Verständnis der Zelle im Gesamtgefüge Organismus zu gelangen.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Funktionsweise des Mikroskops und mikroskopische Techniken</li> </ul>	Z. B. Hellfeld, Dunkelfeld, Phasenkontrast, Fluoreszenzmikroskopie, Inversmikroskopie, Differentialinterferenzkontrast, Elektronenmikroskopie.
<b>Allgemeine Histologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Struktur und Funktion der vier tierischen Grundgewebearten</li> </ul>	Fundierte Kenntnisse in den mikroskopischen Techniken sind für die Auswertung unerlässlich.



	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Entnahme und Behandlung histologischen Materials <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fixierung (Fixierungstypen und -gemische)</li> <li>– Einbettung (Paraffin- und Kunststoffeinbettung)</li> <li>– Schneiden (Schlitten und Rotationsmikrotome, Kryostaten)</li> <li>– Färbungen (z. B. HE und Azan-Färbung) und Begutachtung</li> </ul> </li> </ul>	Immunhistologische Techniken (Detektionssysteme) lassen sich sukzedan anwenden.
<b>Blut und seine Immunfunktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestandteile und allgemeine Funktionen</li> <li>– Physiologie</li> </ul>	Anfertigung und Bewertung von Ausstrichpräparaten und Differentialblutbild.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Immunologie <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen</li> <li>– Effektormechanismen zur Beseitigung von Krankheitserregern</li> <li>– angeborene und adaptive Immunität</li> <li>– Bedeutung des Immunsystems für Gesundheit und Krankheit</li> <li>– Nachweis und Analyse von Immunantworten</li> <li>– Messung und Verwendung von Antikörpern</li> </ul> </li> </ul>	Anwendung immunchemischer Analysemethoden im Rahmen labormedizinischer Diagnostik (z. B. Immunpräzipitation, Immundiffusion, Immunelektrophoresen).
<b>Arbeiten an isolierten Organen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Isotonische und isometrische Kontraktion</li> <li>– Ruhedehnungskurve, Kurve der isotonischen und isometrischen Maxima</li> <li>– Kraft- und Längenmessung in der Physiologie</li> <li>– Isotonische und isometrische Meßverfahren am tierischen Darm</li> </ul>	Gewinnung von Daten zur diagnostischen Auswertung, zur Einschätzung pharmakologischer und toxikologischer Wirkungen und zur Gewinnung physiologischer Erkenntnisse.
<b>Zell- und Gewebekultursysteme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Methoden zur Handhabung und Subkultivierung pflanzlicher Zellkulturen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kalluskulturen</li> <li>– Suspensionskulturen</li> <li>– Protoplastenfusion</li> </ul> </li> <li>● Methoden zur Handhabung und Subkultivierung tierischer Zellkulturen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Subkultivierung von Monolayer- und Suspensionskulturen</li> <li>– Zellzahlbestimmung, Vitalitätstest</li> <li>– Konservierung von Zellen</li> </ul> </li> </ul>	<p>Isolation von Zellorganellen.</p> <p>Die Arbeit mit Zell- und Gewebekultursystemen impliziert grundsätzlich die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften, aseptischer Arbeitstechniken und die Kontaminationsprophylaxe im Zellkulturlabor.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Spezielle zellbiologische Methoden (Beispiele) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Toxizitätsprüfung</li> <li>– Cytometrie</li> <li>– Chromosomenpräparation</li> <li>– Primärkulturen</li> <li>– Anwendung von Antikörpermolekülen (z. B. ELISA-Mycoplasmentest)</li> </ul> </li> </ul>	
--	--	--

## 4.3 Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik

### 4.3.1 Bedeutung des Faches

Mikroorganismen stellen die einfachsten biologischen Systeme dar, an denen grundlegende molekulare Mechanismen des Lebens untersucht und erklärt werden können. Die Erkenntnisse der genetischen Mechanismen der Prokaryoten sind Grundlage für das Verständnis der angewandten Genetik und Biotechnologie. Insofern vernetzt die Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik die Lernbereiche der Zellbiologie und Molekularbiologie und besitzt fächerübergreifenden Charakter innerhalb der fachlichen Schwerpunkte.

Der Umgang mit Mikroorganismen, ihr Wachstumsverhalten und Anpassungsvermögen erfordern notwendige Kenntnisse und spezifische Arbeitstechniken und sind wichtige Schlüsselqualifikation im Berufsprofil der Biologisch-technischen Assistenten. Deshalb stellt die Ausbildung theoretischer und praktischer Grundlagen einen unterrichtlichen Schwerpunkt dar, der anschließendes, selbstorganisiertes Lernen in Schule und Beruf ermöglicht. Bedeutende Entwicklungen in diesem Bereich müssen dabei Berücksichtigung finden.

Vor diesem Hintergrund sollte den Schülerinnen und Schülern neben grundlegenden Erkenntnissen und Methoden auch wichtige instrumentelle Fertigkeiten aus der Berufspraxis im Bereich der Mikrobiologie und Bioverfahrenstechnik vermittelt werden, die später für ein tieferes Verständnis auf dem Gebiet der Molekularbiologie erforderlich sind.

Als Unterrichtsgegenstände bieten sich daher Bau und Entwicklung, Kultivierung, Isolierung und Identifizierung von Mikroorganismen sowie deren Züchtung in einem Fermenter an. Steriltechniken, sicherer Umgang mit biologischen Agenzien und Umweltschutz sind daher unabdingbarer Bestandteil aller Handlungsbereiche dieses Faches.

### 4.3.2 Struktur des Faches

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
<b>Grundlagen mikrobiologischen Arbeitens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sicheres Arbeiten im mikrobiologischen Laboratorium: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Umgang mit Mikroorganismen</li> </ul> </li> </ul>	Ziel ist die Vermittlung eines mikrobiologischen Grundverständ-

	<p>und Prinzipien des sterilen Arbeitens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Allgemeine Eigenschaften von Mikroorganismen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedeutung und das Vorkommen von Mikroorganismen</li> <li>– die Stellung der Mikroorganismen in der Natur</li> <li>– Einteilung in Bakterien, Pilze und Viren; typische morphologische Merkmale</li> <li>– Überblick über die Systematik und Eigenschaften der Prokaryoten</li> </ul> </li> </ul>	nisses, das die sichere Handhabung von Mikroorganismen und Geräten bei der Laborarbeit unterstützt.
<b>Kultivierung von Mikroorganismen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Von der Mischkultur zur Reinkultur</li> <li>● Physiologie des Wachstum, Kulturmedien und Kulturbedingungen</li> <li>● Lagerung von Reinkulturen in Laboratorien</li> </ul>	Gewinnung und Verwendung von Reinkulturen durch Vereinzelung.
<b>Nachweis von Mikroorganismen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Notwendigkeiten zur Keimidentifikation</li> <li>● Identifizierung von Mikroorganismen und Viren anhand verschiedener Medien, Morphologie, Stoffwechselwege, Reaktionen und Methoden</li> </ul>	Z. B. Gramfärbung, Oxidations-/Fermentationstest, Enzymtest, „Bunte Reihe“, Antigen-Antikörper-Reaktion, ELISA-Test.
<b>Bestimmung der Keimzahl</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bedeutung der Keimzahlbestimmung in Lebensmitteln, Wasser, Luft- und/oder Bodenproben und Kosmetika</li> <li>● Qualitätskontrolle von Wasser, Lebensmitteln und Kosmetika</li> </ul>	Anwendung unterschiedlicher Methoden zur Keimzahlbestimmung (z. B. Gusskultur, Tropfplattenverfahren, Membranfiltration, MPN-Verfahren, Titerverfahren) an einem konkreten Beispiel und deren mathematische/statistische Auswertung.
<b>Viren, Phagen und niedere Pilze</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aufbau und Eigenschaften sowie Verbreitung und Vermehrung von Viren, Phagen und Pilzen</li> </ul>	Vertiefung einzelner Aspekte in der praktischen Arbeit z. B. durch Phagentiterung, Einsatz des bakteriostatisch wirkenden Phagen- $\lambda$ , oder die Kultivierung und Untersuchung von Schimmelpilzen und Hefen.
<b>Antibiotika und andere Hemmstoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Wirkung von Antibiotika und anderer chemischer Substanzen zur Hemmung des Wachstums und Abtötung von Mikroorganismen</li> <li>● Bedeutung von Hygieneplänen</li> </ul>	Differenzierung zwischen bakteriostatischen und bakteriziden Agenzien. Antibiogramm, MHK.
<b>Biotechnologie/Fermentationstechnik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bedeutung biologischer Prozesse bei technischen Verfahren und der Einsatzbereich biotechnologisch hergestellter Produkte</li> </ul>	Vermittlung der Handhabung eines Bioreaktors: Animpfen des Fermenters, die Kontrolle der Fermentationsparameter, Pro-

		bennahme und Aufarbeitung des Fermentationsproduktes.
--	--	---

## 4.4 Botanik/Zoologie

### 4.4.1 Bedeutung des Faches

Das Fach Botanik/Zoologie verknüpft Wissen der Schülerinnen und Schüler aus dem Lernbereich Zellbiologie mit übergeordneten Strukturen.

Bau und Funktion von Zellverbänden (Gewebe) und anatomischen Strukturen sollen von den Schülerinnen und Schülern mit physiologischen und präparativen Methoden beispielhaft aus dem Bereich der Botanik und Zoologie erlernt werden. Dabei werden Prozesse, die auf molekularer und zellulärer Ebene ablaufen, in Zusammenhang mit Vorgängen gebracht, die den Gesamtorganismus betreffen. Des Weiteren soll den Lernenden verdeutlicht werden, dass die Hierarchie von Strukturebenen aus der geordneten Gruppierung und Interaktion der Einzelkomponenten erfolgt. Verschiedene Gewebe treten zu Organen zusammen, aus denen sich wiederum höhere Organisationsformen zusammensetzen.

Neben einer zusammenfassenden Systematik über das Tier und Pflanzenreich, sollen den Schülerinnen und Schülern Kenntnisse über den Stoffwechsel autotropher und heterotropher Organismen vermittelt werden.

Pflanzliche und tierische Zellen besitzen im Wesentlichen die gleiche Grundstruktur und nur wenige Elemente unterscheiden die Zellarten. Deshalb bietet sich ein Vergleich von Bau und Funktion zwischen dem Pflanzen- und Tierreich an. Die erwähnten Parallelen ermöglichen eine Schwerpunktsetzung im Unterricht, die sich auf tierische oder pflanzliche Lebensformen konzentriert. Dadurch ist eine intensive Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit den Charakteristika biologischer Systeme möglich. Gleiches gilt für die praktische Arbeit, da die mikroskopischen Grundtechniken und Prinzipien der Färbung von pflanzlichen und tierischen Gewebe ähnlich sind. Eine mögliche Schwerpunktsetzung wird durch die Bildungsgangkonferenz geregelt.

Das Fach Botanik/Zoologie stellt ferner Bezüge zu anderen biologischen Disziplinen her, wie z. B. der Biochemie, Mikrobiologie und Zellbiologie; hier lassen sich insbesondere ökologische Fragestellungen abklären.

### 4.4.2 Struktur des Faches

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
<b>Evolution und Biodiversität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Entstehung des Lebens</li> <li>● Evolutionsfaktoren</li> <li>● Phylogenetische Entwicklungstendenzen</li> <li>● Population und Arten</li> </ul>	Entwicklung grundlegender Definitionen zur Evolution (z. B. Mutation, Rekombination, Isolation und Selektion).
<b>Systematik des</b>	● Überblick über Art, Gattung, Fami-	Bestimmungsübungen, Frei-

<b>Tier- und Pflanzenreiches</b>	<p>lie, Ordnung, Klasse, Stamm, Unterreich und Reich an ausgesuchten Beispielen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Binäre Nomenklatur</li> </ul>	landuntersuchungen, Umgang mit Bestimmungsliteratur.
<b>Vergleichende Morphologie und Anatomie Höherer Organismen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bau, Kennzeichen und Funktion von Geweben und Organ- und Funktionssystemen (z. B. Leitgewebesystem, Entwicklung des Herz-Kreislaufsystems)</li> <li>● Pflanzenpräparationen (Präparationstechnik an ausgewählten Beispielen z. B. Herstellung eines Dauerpräparates nach Sukzedanfärbung von Zea mays, Sproßachsenquerschnitt)</li> <li>● Tierpräparationen (z. B. Lumbricus spec., Mus spec., Rattus spec.)</li> </ul>	Vergleichende Morphologie und Anatomie unterschiedlicher Organisationsstufen, sowie makroskopische und mikroskopische Untersuchungen.
<b>Stoffwechsel bei Höheren Organismen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Enzymwirkung (Steuerung, Katalyse)</li> <li>● Assimilation: Bedeutung, Ablauf, Produkte und beteiligte Strukturen</li> <li>● Dissimilation: Bedeutung, Ausgangssubstrate, Oxidationen, Energiebilanz, Gärungsformen</li> </ul>	Vergleichend zur Fotosynthese und Zellatmung sollte auch auf die Chemosynthese eingegangen werden.
<b>Funktionelle Anatomie Höherer Organismen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Wasserhaushalt (z. B. Wasser- und Ionenaufnahme, Wasser- und Stofftransport, Ionenwirkung, Ionenbedarf und Wachstum, Mangelsymptome, Dünger und Herbizidwirkung, Boden)</li> </ul>	Die Inhalte lassen sich mit den Transportmechanismen und den Erkenntnissen aus Assimilation und Dissimilation verknüpfen (z. B. Saccharose als Transportform der Zucker).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Steuerungsmechanismen im Organismus <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nervale Steuerung</li> <li>– Hormonelle Steuerung</li> </ul> </li> <li>● Funktionssysteme: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Herz-Kreislaufsystem</li> <li>– Atmungssystem</li> <li>– Ausscheidungssysteme</li> </ul> </li> </ul>	Bezüge zur Zellbiologie.
<b>Genetik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grundlagen der Vererbung (Gene, Genom, Allele, Chromosom)</li> <li>● Vererbungsformen (z. B. Mendel, Mitochondrienvererbung)</li> <li>● Pflanzen- und Tierzucht (Zuchtziele und Züchtungsmethoden)</li> </ul>	Bezüge zur Biochemie/Molekularbiologie und Zellbiologie (z. B. Transgene Pflanzen und Tiere).
<b>Ökologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Autökologie (z. B. ökologische Faktoren)</li> <li>● Populationsökologie (z. B. Selbstregulation, Räuber-Beute Systeme)</li> <li>● Ökosysteme (z. B. Arten, Dynamik, Energie)</li> </ul>	Das Fach Botanik/Zoologie dient als verbindendes Element innerhalb aller Fächer des berufsbezogenen Bereiches zur Klärung ökologischer Fragestellungen.