

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

Biologietechnik

**Bildungsgänge der Fachoberschule
(Anlage C9 bis C11 und D29)**

ISBN 978-3-89314-904-9

Heft 40150

Herausgegeben vom
Ministerium für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Copyright by Ritterbach Verlag GmbH, Frechen

Druck und Verlag: Ritterbach Verlag
Rudolf-Diesel-Straße 5-7, 50226 Frechen
Telefon (0 22 34) 18 66-0, Fax (0 22 34) 18 66 90
www.ritterbach.de

1. Auflage 2007

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

**Berufskolleg;
Bildungsgänge der Fachoberschule nach § 2 Abs. 1
Anlage C 9 bis C 11 und § 2 Abs. 3 Anlage D 29
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. 16. 6. 2007 – 612-6.08.01.13-3200

Bezug:

RdErl. des Ministeriums für Schule, Jugend und Kinder
vom 24. 6. 2004 (ABI.NRW. 7/04 S.239)

Unter Mitwirkung erfahrener Lehrkräfte wurden die Richtlinie und die Lehrpläne für die Bildungsgänge Fachoberschule nach § 2 Abs. 1 Anlage C 9 bis C 11 und § 2 Abs. 3 Anlage D 29 APO-BK erarbeitet.

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

Die Veröffentlichung der Lehrpläne erfolgt in der Schriftreihe „Schule in NRW“.

Die Richtlinie und die Lehrpläne 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.

Die Erlasse vom

– 7.2.2000 - 634-36-0-3 Nr. 27/00 (n. v.)

– 22.5.2000 - 634-36-0-3 Nr. 113/00 (n. v.)

– 5.3.2001 - 634-36-0-3 Nr. 55/01 (n. v.)

– 6.6.2001 - 634-36-0-3 Nr. 118/01 (n. v.)

werden bezüglich der Regelungen für die Klasse 13 der Fachoberschule mit Wirkung vom 1. 8. 2007 aufgehoben. Der Erlass vom 17. 6. 2002 – 634-36-0-3-90/02 (n. v.) wird mit Wirkung vom 1. 8. 2007 aufgehoben. Die im Bezugserrlass aufgeführten Lehrpläne sowie die Richtlinie zur Erprobung, die von den nunmehr auf Dauer festgesetzten Richtlinie und Lehrplänen abgelöst werden, treten mit Wirkung vom 1. 8. 2007 außer Kraft.

Anlage

Fach	Heft-Nr.
1. Agrarmarketing	40200
2. Agrartechnologie	40201
3. Bauphysik	40100
4. Bauplanungstechnik	40101
5. Bautechnik	40102
6. Betriebswirtschaftslehre mit Rechnungswesen	40160
7. Biologie	40002
8. Biologietechnik	40150
9. Chemie	40003
10. Chemietechnik	40151
11. Datentechnik	40110
12. Datenverarbeitung	40004
13. Deutsch/Kommunikation bzw. Deutsch	40005
14. Druckgrafik	40190
15. Elektrotechnik	40111
16. Energietechnik	40112
17. Englisch	40006
18. Erziehungswissenschaft	40180
19. Französisch	40007
20. Freies und Konstruktives Zeichnen	40191
21. Gestaltungstechnik	40192
22. Gesundheitswissenschaften	40181
23. Grafik-Design	40193

24. Holztechnik	40103
25. Industrie-Design	40194
26. Informatik	40008
27. Informationstechnik	40009
28. Informationswirtschaft	40161
29. Konstruktions- und Fertigungstechnik	40120
30. Kunst/Kunstgeschichte	40195
31. Maschinenbautechnik	40121
32. Mathematik	40010
33. Mediengestaltung/Mediendesign	40196
34. Naturschutz und Landschaftspflege	40202
35. Ökologie	40203
36. Pädagogik	40182
37. Physik	40011
38. Physikalische Chemie	40152
39. Physiktechnik	40153
40. Politik/Gesellschaftslehre bzw. Gesellschaftslehre mit Geschichte	40012
41. Produktdesign	40197
42. Prozess- und Automatisierungstechnik	40113
43. Prüfwesen und Labortechnik	40130
44. Psychologie	40183
45. Schnitt-/Konstruktionstechnik	40131
46. Soziologie	40184
47. Spezielle Betriebswirtschaftslehre (Außenhandelsbetriebslehre)	40162
48. Textil- und Bekleidungstechnik, Profil Bekleidungstechnik	40132
49. Textil- und Bekleidungstechnik, Profil Textiltechnik	40133
50. Umweltschutztechnik	40154
51. Vermessungstechnik	40104
52. Volkswirtschaftslehre	40163
53. Werkstofftechnik	40122
54. Wirtschaftsinformatik	40164
55. Wirtschaftslehre	40013
56. Wirtschaftsrecht	40165
57. Richtlinien für die Bildungsgänge der Fachoberschule Klassen 11, 12 und 13	40001

Struktur der curricularen Vorgaben für die Bildungsgänge der Fachoberschule

Richtlinie

Die Richtlinie enthält grundsätzliche Informationen und Vorgaben zu den Bildungsgängen der Fachoberschule, zu Aufgaben und Zielen, zu Organisationsformen, Fachrichtungen und Lernbereichen und zu den Prüfungen. Hier finden sich auch die Stundentafeln.

Die Richtlinie gilt **für alle Fächer** und Fachrichtungen und wird durch die einzelnen Lehrpläne konkretisiert und ergänzt.

Lehrpläne

Für jedes Fach existiert ein Lehrplan. Er enthält verbindliche Vorgaben und Hinweise zu den Unterrichtsinhalten und ggf. zu den Prüfungen in diesem Fach.

Daneben enthält der Lehrplan noch bis zu zwei exemplarische Unterrichtssequenzen für häufig vertretene Fachrichtungen.

Exemplarische Unterrichtssequenzen

Die exemplarischen Unterrichtssequenzen stellen in Tabellenform **mögliche** unterrichtliche Ausgestaltungen des jeweiligen Faches für ausgewählte Fachrichtungen vor.

Inhalt

	Seite	
1	Vorbemerkungen	9
2	Jahrgangsstufe 11	10
3	Jahrgangsstufe 12	11
3.1	Curriculare Hinweise	11
3.2	Fachhochschulreifeprüfung	11
4	Jahrgangsstufe 13	13
4.1	Curriculare Hinweise	13
4.2	Abiturprüfung	15
5	Exemplarische Unterrichtssequenzen für die Jahrgangsstufen 12 und 13	16

1 Vorbemerkungen

Die Biologietechnik ist keine eigenständige wissenschaftliche oder technische Disziplin innerhalb der Biologie und beschränkt sich nicht auf die Biotechnologie. Biologietechnik umspannt Bereiche biologischer Erkenntnisse, Methoden und Anwendungen, die insbesondere in Produktionsprozesse, Analysen- und Nachweisverfahren sowie in die Forschung unterschiedlichster Teildisziplinen der multidisziplinären Naturwissenschaft Biologie Eingang gefunden haben. Auf dieser Basis sind insbesondere die Zellbiologie, die Mikrobiologie, die Molekularbiologie, die Gentechnologie, die Immunologie sowie die Biotechnologie als wesentliche inhaltliche, praxisrelevante und für ein Biologie- bzw. Biotechnologiestudium qualifizierende Lernbereiche zu nennen.

Bezogen auf die zuvor genannten Lernbereiche sollen die Schülerinnen und Schüler u. a. in Projekten Möglichkeiten sowie Grenzen des Einsatzes biologischer Erkenntnisse, Techniken und Analysemethoden ausloten und erläutern können. Neben rein anwendungsspezifischen Fragestellungen, die u. a. wichtige Parameter biologisch-technischer Prozesse sowie die Abschätzung der Auswirkungen von Änderungen solcher Parameter umfassen, sind über den naturwissenschaftlich-technischen Bereich hinaus auch exemplarisch rechtliche, ökologische, ökonomische und ethische Fragestellungen zu diskutieren. Hier bietet sich an, durch Einbeziehung des berufsübergreifenden Bereiches einen fächerübergreifenden Unterricht zu konzipieren.

Da sich in vielen der Biologietechnik zugeordneten Teildisziplinen eigene Fachsprachen entwickelt haben, muss besonderer Wert auf die Erweiterung der Sprachkompetenz gelegt werden. Diese Forderung ergibt sich ferner auch aus dem wissenschaftspropädeutischen Ansatz, dem das Fach Biologietechnik Rechnung zu tragen hat. Neben einem fundierten Grundwissen mit zugehöriger Sprachkompetenz sind in der Biologietechnik u. a. Formen selbstständigen Arbeitens und selbstständiger Erkenntnisgewinnung zu vermitteln als auch die Fertigkeit, wissenschaftliche Verfahrens- und Erkenntnisweisen anzuwenden.

2 Jahrgangsstufe 11

Im Rahmen der Jahrgangsstufe 11 bzw. einer einschlägigen Berufsausbildung sollen die Schülerinnen und Schüler eine biologische und naturwissenschaftliche Grundbildung erhalten, die u. a. folgende Themenbereiche berücksichtigt:

- Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen als kleinste Einheit von Lebewesen
- Struktur und Funktion tierischer und pflanzlicher Gewebe unter Berücksichtigung von Techniken zur Gewebeuntersuchung (Schnitte, Färbungen, mikroskopische Untersuchungen etc.)
- Systematik im Tier- und Pflanzenreich, binäre Nomenklatur, Evolutionsfaktoren, phylogenetische Entwicklungstendenzen, Population und Art
- Einteilung der Mikroorganismen und Struktur sowie Funktion der prokaryotischen Zelle
- Grundlagen der Allgemeinen, Anorganischen und Organischen Chemie unter Berücksichtigung biologisch relevanter Stoffe und Stoffgruppen, stöchiometrische Berechnungen.

3 Jahrgangsstufe 12

3.1 Curriculare Hinweise

Basierend auf einer fundierten biologisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung werden in der Jahrgangsstufe 12 vertieft berufliche Kenntnisse vermittelt sowie Kompetenzen angestrebt, die zur Erlangung der Fachhochschulreife führen. Insbesondere biochemisch-molekularbiologische Erkenntnisse und Techniken sowie Qualifikationen im Bereich der Mikrobiologie sind anzustreben, da diese beiden Bereiche zentrale Bedeutung für technische Anwendungen innerhalb der Biologie besitzen und Schwerpunkte der Biotechnologie darstellen. Als Themenbereiche sind verbindlich vorgegeben:

- Chemischer Aufbau und Eigenschaften von Nucleosiden, Nucleotiden, Oligo- und Polynucleotiden unter besonderer Berücksichtigung der DNA
- Mikrobiologische Techniken zur Untersuchung von Bakterien und niederen Pilzen.

Die inhaltliche Ausgestaltung dieser Themenbereiche ist offen. Ein exemplarisches Beispiel für eine mögliche inhaltliche Ausgestaltung findet sich in den beispielhaften Unterrichtssequenzen für die Jahrgangsstufe 12.

3.2 Fachhochschulreifeprüfung

Für die schriftliche Prüfung zur Fachhochschulreife im Fach Biologietechnik gelten folgende Anforderungen:

Dauer:	180 Minuten
Anzahl der Prüfungsvorschläge:	Ein Prüfungsvorschlag mit mindestens zwei bis drei Aufgaben aus mindestens zwei Themenbereichen der Jahrgangsstufe 12, halbjahresübergreifend
Aufgabenart:	Erweiterte komplexe Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung des fachlichen Schwerpunktes, in denen die Schülerinnen und Schüler nachweisen sowie in inhaltlich und formal angemessener Form dokumentieren, dass sie diese selbstständig strukturieren, lösen und bewerten können und dabei die fachtypischen wissenschaftlichen Methoden und Verfahren auswählen und sachgerecht anwenden.
Anforderungsbereiche:	Die Aufgabenstellungen richten sich nach den Zielen und Inhalten des Faches. Sie müssen so beschaffen sein, dass die Prüflinge in allen drei Anforderungsbereichen Kenntnisse und Fähigkeiten nachweisen können.

Für die mündliche Prüfung zur Fachhochschulreife im Fach Biologietechnik gelten folgende Anforderungen:

Vorbereitungszeit:	Eine angemessene Vorbereitungszeit, in der Regel 30 Minuten.
Dauer:	In der Regel 20 Minuten.
Aufgabenart:	Eine komplexe Aufgabenstellung unter Berücksichtigung des fachlichen Schwerpunktes. Die mündliche Prüfung darf sich nicht auf das Sachgebiet eines Kurshalbjahres beschränken.
Ablauf:	<ol style="list-style-type: none">1. Teil: Zusammenhängende Präsentation der Aufgabenlösung mit Materialien, die während der Vorbereitungszeit erarbeitet wurden.2. Teil: An die Präsentation anknüpfendes Prüfungsgespräch unter Berücksichtigung größerer fachlicher und fachübergreifender Zusammenhänge.

4 Jahrgangsstufe 13

4.1 Curriculare Hinweise

In der Jahrgangsstufe 13 sind die Unterrichtsinhalte darauf abgestimmt, die Anforderungen im Hinblick auf die Abiturprüfung sowie die Aufnahme eines Studiums zu erfüllen. Über eine Erweiterung und Vertiefung beruflicher Kenntnisse hinaus, sind zunehmend komplexere und anspruchsvollere Aufgaben und Problemstellungen zu bearbeiten, entsprechende Handlungskompetenzen zu entwickeln und wissenschaftliche Methoden anzuwenden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- komplexe biologische Erkenntnisse und Verfahren auf unterschiedlichste biologisch-technische Problemstellungen übertragen, diese in mathematische oder andere Denkmodelle übertragen und/oder in grafischer Form darstellen
- erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten auf unbekannte Sachverhalte übertragen, mit dem Ziel, adäquate Problemlösungen zu erarbeiten.

Verbindlich ist die vertiefende Weiterführung der Themenbereiche Molekularbiologie sowie Bioverfahrenstechnik. Darüber hinaus ist je nach Profilbildung mindestens ein weiterer der nachfolgend aufgelisteten Themenbereiche zu behandeln und zu vertiefen:

- Zellbiologie
- Mikrobiologie
- Immunologie
- Gentechnologie.

Die Themenbereiche Zellbiologie und/oder Mikrobiologie eignen sich in besonderem Maße für eine Orientierungsphase zu Beginn der Klasse 13. Neben einer Wiederholung allgemeiner Grundlagen, die insbesondere auf die Zelle als kleinste lebende Einheit abzielt, können berufserfahrene Schülerinnen und Schüler Vergleiche zwischen eukaryontischen und prokaryontischen Zellen ziehen sowie auf Aspekte der Energiegewinnung und Stoffwechsellleistungen eingehen, die u. a. Voraussetzungen für das Verständnis des Wachstums von Zellen in künstlicher Umgebung sind. Die Zellbiologie als ein Teilgebiet der Biologietechnik befasst sich dann spezifisch mit der **in vitro** Kultivierung von Zellen und Geweben tierischer und pflanzlicher Herkunft. So werden beispielsweise Fragestellungen zur Regulation von Zell- und Virusvermehrung an Zellkulturen untersucht. Zellkulturen dienen ferner zur medizinischen Prognostik und Diagnostik sowie zur Typisierung von Krankheitserregern. In der Pharmakaentwicklung werden Zellkulturen als Testsysteme eingesetzt und tragen zur Reduzierung von Tierversuchen bei. Weiterhin bewähren sie sich insbesondere in Verbindung mit der Gentechnik als effektive Produktionsmittel zur Herstellung von Wirkstoffen, Antikörpern, Vakzinen et cetera.

Die Mikrobiologie gestatte unterrichtlich eine analoge Vorgehensweise. Auch hier können Aspekte zur Energiegewinnung sowie zu speziellen Stoffwechsellleistungen abgehandelt und erforderliche Kulturbedingungen abgeleitet werden. Neben tierischen und pflanzlichen Zellen finden insbesondere Mikroorganismen wie Bakterien

und Hefen eine breite Anwendung in Produktionsprozessen. Ferner besitzen Mikroorganismen im Rahmen mikrobiologisch-medizinischer Diagnostik große Relevanz oder tragen in der Lebensmittelindustrie zur Veredlung oder zum Verderb von Nahrungsmitteln bei. In der biologischen Forschung finden Mikroorganismen als Modellsysteme mit kurzen Generationszeiten Anwendung und dienen beispielsweise der Aufklärung von Prozessen zur Stoffwechselregulation.

In der Orientierungsphase wird bei der vorgezeichneten inhaltlichen Ausrichtung parallel ein fundierter Grundstock an Fach- und Methodenkompetenz für die Qualifizierungsphase gelegt. In der Phase der Qualifizierung steht thematisch die gesamte Palette der verbleibenden Teilgebiete innerhalb der Biologietechnik zur Auswahl.

In der Molekularbiologie und der eng verwandten Gentechnologie gewinnen neben molekularen Grundlagen Techniken zur Isolation, Aufreinigung und Charakterisierung von Nucleinsäuren und Proteinen stetig an Relevanz. Ferner bilden Methoden zur Transformation prokaryontischer und eukaryontischer Zellen die Basis für den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen und Zellen in Produktionsprozesse, die zur Gewinnung gewünschter primärer und sekundärer Stoffwechselprodukte oder bei transformierten Bakterienzellen zur gezielten Vermehrung besonders von Plasmid-DNA führen. Molekularbiologische Erkenntnisse auf dem Gebiet der Nucleinsäuren werden heute in Forschung und Anwendung beispielsweise zum Nachweis bestimmter Gene mit Hilfe von Sonden, zur Identifizierung pathogener Keime oder zur künstlichen Vervielfältigung spezifischer DNA-Abschnitte eingesetzt (Polymerase-Kettenreaktion, PCR). Neuere Anwendungsgebiete molekular-genetischer Erkenntnisse und Methoden entstehen mit der DNA-Chip-Technologie, die eine Aufklärung von Expressionsmustern ganzer Organismen gestattet und der Bioinformatik, die u. a. bei der Suche von Sequenzhomologien nach Sequenzanalysen oder Schnittstellen für Restriktionsendonucleasen Hilfestellung leistet.

In der Teildisziplin Immunologie, die als eine zentrale Grundlage die Antigen-Antikörper-Reaktion besitzt, ergeben sich vielfältige Anwendungsbereiche, vom serologischen Nachweis pathogener Keime bis hin zu spezifischen Markierungen von Geweben, Zellorganellen oder Zellstrukturen. Anwendungsbeispiele immunologischer Techniken finden sich auch in der klinischen Diagnostik und Therapie, in dem Bereich Live Science, z. B. in ELISA-Tests zu mikrobiologischen Trinkwasseruntersuchungen oder auch in der Grundlagenforschung.

Alle aufgeführten molekularbiologischen, gentechnischen und immunologischen Anwendungen und Techniken gestatten den Schülerinnen und Schülern eine intensive Auseinandersetzung mit Wegen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, dem Verständnis der Abläufe biologischer Prozesse auf molekularer Ebene sowie dem Transfer der Erkenntnisse auf weiterführende Fragestellungen, die teilweise zu neuen Anwendungsgebieten führen.

Die Biotechnologie als Teildisziplin der Biologietechnik stellt Fragestellungen bereit, die Teilaspekte des vorangegangenen Unterrichts zur Lösung neuer Problemstellungen voraussetzen. So werden unter definierten physikalischen und chemischen Bedingungen Mikroorganismen, tierische oder pflanzliche Zellen in unter-

schiedlich großen Fermentern kultiviert, die zumeist nach vorangegangener gentechnischer Veränderung bestimmte biologisch oder medizinisch aktive Substanzen produzieren. Exemplarisch kann etwa die Produktion von Hormonen wie Somatostatin und Somatotropin oder auch humanes Insulin durch transformierte **E. coli**-Zellen bearbeitet werden. Insbesondere für Schülerinnen und Schüler mit dem Ziel der Aufnahme eines Biotechnologie-Studiums stellt dieser letztgenannte thematische Schwerpunkt einen sinnvollen Abschluss der schulischen Ausbildung dar.

4.2 Abiturprüfung

Für die schriftliche Prüfung zur allgemeinen Hochschulreife im Fach Biologietechnik gelten folgende Anforderungen:

Dauer:	180 Minuten
Unterrichtliche Voraussetzungen:	Halbjahresübergreifende Inhalte der Jahrgangsstufe 13
Anzahl der Prüfungsvorschläge:	Die Anzahl der Vorschläge und Aufgaben wird durch die Richtlinie geregelt.
Aufgabenart:	Erweiterte komplexe Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung des fachlichen Schwerpunktes, in denen die Schülerinnen und Schüler nachweisen sowie in inhaltlich und formal angemessener Form dokumentieren, dass sie diese selbstständig strukturieren, lösen und bewerten können und dabei die fachtypischen wissenschaftlichen Methoden und Verfahren auswählen und sachgerecht anwenden.
Anforderungsbereiche:	Die Aufgabenstellungen richten sich nach den Zielen und Inhalten des Faches. Sie müssen so beschaffen sein, dass die Prüflinge in allen drei Anforderungsbereichen Kenntnisse und Fähigkeiten nachweisen können. Dabei ist der Anforderungsbereich III angemessen zu berücksichtigen.

Für die mündliche Prüfung zur allgemeinen Hochschulreife im Fach Biologietechnik gelten folgende Anforderungen:

Vorbereitungszeit:	Eine angemessene Vorbereitungszeit, in der Regel 30 Minuten.
Dauer:	In der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten.
Aufgabenart:	Eine komplexe Aufgabenstellung unter Berücksichtigung des fachlichen Schwerpunktes. Die mündliche Prüfung darf sich nicht auf das Sachgebiet eines Kurshalbjahres beschränken.

Ablauf:

1. Teil: Zusammenhängende Präsentation der Aufgabenlösung mit Materialien, die während der Vorbereitungszeit erarbeitet wurden.
2. Teil: An die Präsentation anknüpfendes Prüfungsgespräch unter Berücksichtigung größerer fachlicher und fachübergreifender Zusammenhänge.

5 Exemplarische Unterrichtssequenzen für die Jahrgangsstufen 12 und 13

Im Folgenden sind für die Jahrgangsstufen 12 und 13 exemplarische Unterrichtssequenzen gemäß den zuvor festgelegten Anforderungen ausgearbeitet und mit Hinweisen für Anwendungsmodelle sowie fächerübergreifende Bezüge versehen.

Jahrgangsstufe 12.1: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Biogietechnik in der Fachrichtung Technik (Biologie)	
Themenbereiche	Hinweise/Bemerkungen
Themen/Inhalte	(Anwendungsmodelle, fächerübergreifende Bezüge, Lernaufgaben, Projekte etc.)
Chemischer Aufbau und Eigenschaften von Nucleosiden, Nucleotiden, Oligo- und Polynucleotiden unter besonderer Berücksichtigung der DNA	
<p><i>Aufbau und Eigenschaften von Nucleosiden und Nucleotiden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbausteine der Nucleoside und Nucleotide: <ul style="list-style-type: none"> – heterocyclische Basen und Einteilung – Ribose und 2-Desoxyribose als Zuckerbausteine – Phosphorsäurereste • Bindungstypen zwischen den Einzelbausteinen und chemische Eigenschaften insbesondere der Phosphorsäurereste 	<p>Zur Erweiterung der Sprachkompetenz ist auf die Nomenklatur der Nucleoside und Nucleotide einzugehen, damit keine Verwechslungen z. B. zwischen Adenin und Adenosin stattfinden.</p> <p>Eine eindeutige Differenzierung zwischen Bausteinen der DNA und RNA ist erforderlich.</p> <p>Einsatz von Didesoxynucleosiden in der AIDS-Therapie (3TC, AZT)</p>
<p><i>Aufbau und Eigenschaften von DNA</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verknüpfung von Nucleotiden über Phosphorsäurediesterbindungen zu Oligo- und Polynucleotiden, die die DNA und RNA aufbauen • Aufbau der DNA-Doppelhelix, Modell nach Watson und Crick • Replikation der DNA mit beteiligten Enzymen, Differenzierung Leit- und Folgestrang 	<p>dNTPs als Grundbausteine der DNA, Verknüpfung von 5´ in 3´-Richtung</p> <p>Funktion der Helikase, Primasen und Bildung von Primern, DNA-Polymerasen, DNA-Ligasen</p>

<p><i>Techniken der DNA-Isolierung und Charakterisierung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Techniken zur Isolierung von DNA aus unterschiedlichen Zelltypen ● Aufreinigung von DNA an Silikamembranen in Gegenwart chaotroper Salze, Dichtegradientenzentrifugation ● Restriktionsverdau und gelelektrophoretische Trennung von DANN 	<p>Plasmidisolierung aus Bakterienzellen durch alkalische SDS-Lyse, z. B. zur Gewinnung von Vektoren für die Transformation</p> <p>Aufschluss tierischer Zellen durch Proteinase K und SDS zur Freisetzung der chromosomalen DNA, z. B. für eine Tierartenidentifizierung</p> <p>Erkennungssequenzen und Schnittstellen von Restriktionsendonucleasen, Berechnung der Länge von Restriktionsfragmenten beim Verdau von Plasmiden</p> <p>Trennung von Restriktionsfragmenten in Agarosegelen, Einsatz von Längenmarkern bei der Gelelektrophorese</p>
--	---

Jahrgangsstufe 12.2: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Biogietechnik in der Fachrichtung Technik (Biologie)	
Themenbereiche	Hinweise/Bemerkungen
Themen/Inhalte	(Anwendungsmodelle, fächerübergreifende Bezüge, Lernaufgaben, Projekte etc.)
Mikrobiologische Techniken zur Untersuchung von Bakterien und niederen Pilzen	
<ul style="list-style-type: none"> ● Verbreitung und allgemeine Eigenschaften von Mikroorganismen mit einem ersten Überblick zur technischen und medizinischen Bedeutung der Mikroorganismen ● Erzeugung von Reinkulturen aus Mischkulturen durch Vereinzeln (z. B. fraktionierter Ausstrich) oder durch den Einsatz selektiver Nährmedien ● Wachstumsbedingungen und Nährstoffansprüche von Mikroorganismen ● Identifizierung von Mikroorganismen über morphologische Merkmale, physiologische Eigenschaften, Nachweis von Antigenen 	<p>Wiederholung und Vertiefung: Universelle Verbreitung der Mikroorganismen und die Notwendigkeit des sterilen Arbeitens, Steriltechniken, Methoden der Keimzahlverminderung</p> <p>Nährmedien zur Vermehrung von Bakterien und Pilzen, Einteilung der Nährmedien (Flüssignährmedien, feste Nährmedien, Minimalnährmedien, Vollnährmedien, Selektivnährmedien etc.)</p> <p>Koloniemorphologie, Gramfärbung, Oxidations-/Fermentationstests, Enzymnachweise: „Bunte Reihe“, Antigen-Antikörper-Reaktionen</p> <p>Anwendung der Tests in klinischen Laboratorien zur Identifizierung von pathogenen Keimen oder in der Lebensmittelindustrie zur Erfassung von Schädlingen.</p>

Jahrgangsstufe 13.1: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Biotechnik in der Fachrichtung Technik (Biologie)

Themenbereiche	Hinweise/Bemerkungen
Themen/Inhalte	(Anwendungsmodelle, fächerübergreifende Bezüge, Lernaufgaben, Projekte etc.)

Aufbau, Eigenschaften und Trennung von Biopolymeren

<i>Aufbau und Eigenschaften von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Grundstruktur proteinogener Aminosäuren, Verknüpfung der Aminosäuren zu Peptiden und Proteinen ● Säure-Base-Eigenschaften von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen: <ul style="list-style-type: none"> – Saure Reaktion der Carboxylgruppe – Basische Reaktion der Aminogruppe – pH-Abhängigkeit der Ladung – Isoelektrischer Punkt (pI) – geladene Gruppen in Peptiden und Proteinen 	<p>Kurze Wiederholung zum Einstieg in das Thema</p> <p>Neben den Säure-Base-Eigenschaften sollen insbesondere die Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes (MWG) auf Säure-Base-Reaktionen im Vordergrund stehen sowie die Berechnungen des Isoelektrischen Punktes (pI) bei Aminosäuren. Unter Anwendung der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (Herleitung aus dem MWG) kann die Ladung von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen bei unterschiedlichen pH-Werten berechnet und grafisch dargestellt werden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● Trennung von Aminosäuregemischen, Peptid- und Proteingemischen an Ionenaustauschern 	<p>Einteilung der Ionenaustauscher in stark basische, schwach basische Anionenaustauscher und stark saure, schwach saure Kationenaustauscher</p> <p>Chromatographische Bedingungen zur Trennung der Stoffgemische:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Auswahl des Ionenaustauschertyps ● Auswahl der Gegenionen ● pH-Wert des eingesetzten Puffers ● Elutionsbedingungen (Salzgradient oder pH-Gradient)
<ul style="list-style-type: none"> ● Trennung von Proteingemischen durch Ausschluss-Chromatographie (SEC) 	<p>Eigenschaften der stationären Phase, chromatographische Bedingungen und Reihenfolge der Elution von Proteinen, Bestimmung des Totvolumens (V_0) der Trennsäule und der Verteilungskoeffizienten (K_{av}-Werte) für die getrennten Moleküle, Beispiele aus der Biotechnologie</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Elektrophoretische Trennung von Proteingemischen in Polyacrylamidgelen 	<p>Trennung von Proteinen nach ihrer molaren Masse (Molekülgröße) durch SDS-PAGE</p> <p>Trennung von Proteinen aufgrund unterschiedlicher Ladungen durch isoelektrische Fokussierung</p> <p>Hochauflösende 2D-Gelelektrophorese zur Trennung komplexer Proteingemischen, z. B. Aufklärung des Proteoms von Escherichia coli</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung chromatographischer und elektrophoretischer Trennmethode zur Trennung von Nucleotiden, Oligo- und Polynucleotiden unter Ausnutzung der Säureeigenschaften 	<p>Anionenaustausch-Chromatographie, Agarose-gelelektrophorese und Polyacrylamid-Gelelektrophorese, Einsatz von Längenmarkern zur Bestimmung der Länge von DNA-Fragmenten, Beispiele aus der Gentechnologie</p>

Jahrgangsstufe 13.1: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Biogietechnik in der Fachrichtung Technik (Biologie)	
Themenbereiche	Hinweise/Bemerkungen
Themen/Inhalte	(Anwendungsmodelle, fächerübergreifende Bezüge, Lernaufgaben, Projekte etc.)
Molekularbiologie – Grundlagen und Anwendungen	
<p><i>Grundlagen der PCR</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturschritte einer Polymerase-Kettenreaktion: Denaturierung, Annealing, Extending • Komponenten von PCR-Ansätzen: <ul style="list-style-type: none"> – Template-DNA – Primer – dNTPs – thermostabile DNA-Polymerase (z. B. Taq-Polymerase) – Puffer und Mg^{2+}-Ionenkonzentration 	<p>Wiederholung Schmelzkurven von DNA und GC-Gehaltsbestimmung Berechnung der Schmelztemperatur und der Annealingtemperatur für Oligonucleotide:</p> $T_m = 4 \cdot [G+C] + 2 \cdot [A+T]$ $T_a = T_m - 6^\circ C$ <p>Ausarbeitung von Temperaturprogrammen für die PCR</p> <p>Auswahl der Primerlänge und Primersequenzen für die spezifische Amplifizierung von DNA-Abschnitten Gewinnung von thermostabilen DNA-Polymerasen</p>
<p><i>Anwendung der PCR in der medizinischen Diagnostik und Lebensmittelüberwachung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Amplifizierung von spezifischen DNA-Abschnitten zur Diagnose erblich bedingter Erkrankungen • Bestimmung von Tierarten mittels PCR-RFLP in Fleischerzeugnissen 	<p>Multiplex-PCR-Analyse zum Nachweis mutierter Gene bei der Duchenne Muskeldystrophie mit mehreren Primerpaaren (DMD-Diagnose) Funktionen von Positiv- und Negativkontrollen in der PCR Auftrennung von Amplifikaten durch Agarose-Gelelektrophorese und Auswertung der Pherogramme</p> <p>Anwendung universeller Primer zur Amplifizierung des Cytochrom-b-Gens Differenzierung der Tierarten nach Amplifizierung durch Restriktion der Produkte mit Typ II Restriktionsendonucleasen (z. B. Alu I) Auswertung des Restriktionslängenpolymorphismus (RFLP) und Zuordnung der Tierarten</p>

<p><i>Herstellung von rekombinanter DNA</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme zur Manipulation von DNA • Einsatz von Vektoren zur Erzeugung rekombinater DNA für Bakterien 	<p>Nucleasen, insbesondere Restriktionseendonuclease, Erzeugung glatter und klebriger Enden Verknüpfung von DNA-Fragmenten über klebrige Enden zur effizienten Ligation Klonierungsvektoren für Escherichia coli, z. B.: pBR 322, pUC 8 oder pUC 19 Resistenzgene in den Vektoren (amp^R, tet^R) lac Z'-Gen mit gehäuften Restriktionsschnittstellen (polylinker cloning sites) bei pUC 19</p>
<p><i>Transformation von Bakterienzellen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden zur Erzeugung kompetenter Bakterienzellen und zur Einführung von Fremd-DNA in Bakterienzellen 	<p>Calciumchlorid-Methode und Elektroporation Selektion der transformierten Zellen unter Ausnutzung von Antibiotikaresistenzen Identifizierung von Rekombinanten, z. B. Blau-Weiß-Selektion nach Ligation von DNA in das lac Z'-Gen bei pUC 19</p>

Jahrgangsstufe 13.2: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Biotechnik in der Fachrichtung Technik (Biologie)	
Themenbereiche	Hinweise/Bemerkungen
Themen/Inhalte	(Anwendungsmodelle, fächerübergreifende Bezüge, Lernaufgaben, Projekte etc.)
Bioverfahrenstechnik	
Mikroorganismen als Synthesefabriken in der Biotechnologie <ul style="list-style-type: none"> • Stoffwechsel und Energieversorgung von Zellen 	Wiederholung insbesondere Glykolyse, Citratcyclus und Atmungskette Citronensäure-Produktion mit Aspergillus niger zentrale Stellung des Citratcyclus für die Biosynthese von Aminosäuren
Aufbau und Betrieb eines Bioreaktors <ul style="list-style-type: none"> • Beispiel Rührkesselreaktor 	Einhaltung wichtiger Parameter für das Wachstum der Mikroorganismen Grundlagen zum Messen, Steuern und Regeln
Verfahrensablauf bei biotechnischen Prozessen <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von Nährmedien, Sterilisation, Erzeugung eines Inokulums und Animpfen des Reaktors, Betrieb eines Bioreaktors, Abtrennung der Biomasse und/oder Gewinnung vom Überstand, evtl. Zellaufschluss, Produktanreicherung, Produktreinigung 	relevante Parameter für das Wachstum von Zellen (z. B. pH-Wert, Sauerstoffversorgung) Messung und Regelung relevanter Parameter beim Betrieb eines Bioreaktors Filtration, Zentrifugation, chromatographische Methoden (DC, GPC, HPLC, Affinitäts-Chromatographie)
Einsatz von gentechnisch veränderten Mikroorganismen zur Produktion biologisch aktiver Peptide <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung molekularbiologischer Techniken zur gezielten Einschleusung rekombinanter DNA in Bakterienzellen (siehe auch Kurs Molekularbiologie) 	Produktion von menschlichem Insulin oder der Wachstumshormone Somatostatin und Somatotropin in Escherichia coli -Zellen