

Lehrplan

## **Bioinformatik**

Gymnasiale Oberstufe mit der berufsbezogenen Fachrichtung Technik

Schwerpunkt Biotechnologie

Hauptphase

Grundkurs

Ministerium für Bildung und Kultur

Trierer Straße 33  
66111 Saarbrücken

Saarbrücken, Juli 2019

Hinweis:  
Der Lehrplan ist online verfügbar unter  
[www.bildungsserver.saarland.de](http://www.bildungsserver.saarland.de)

## Einleitende Hinweise

Dem vorliegenden Lehrplan Bioinformatik der gymnasialen Oberstufe der berufsbezogenen Fachrichtung Technik mit Schwerpunkt Biotechnologie liegen die

- Verordnung - Schul- und Prüfungsordnung - über die gymnasiale Oberstufe und die Abiturprüfung im Saarland (GOS-VO) vom 2. Juli 2007 zuletzt geändert durch die Verordnung vom 17. April 2018 (Amtsbl. I S. 188, 2019 I S. 45)
- Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II – Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 15.02.2018

zu Grunde.

Die Biotechnologie zählt zu den Schlüsseltechnologien der Zukunft und bestimmt bereits heute viele Lebensbereiche. Biotechnologische Methoden werden in zunehmendem Maße in der Medizin, der Lebensmittelindustrie, der Rohstoffgewinnung, der chemischen und pharmazeutischen Industrie, der Agrarwirtschaft und der Umweltschutztechnik angewandt. Die Bioinformatik übernimmt hierbei die Aufgabe, geeignete Softwarewerkzeuge für die Simulation komplexer biotechnologischer Systeme bereitzustellen und Lösungen zu erarbeiten.

Der Unterricht im Fach Bioinformatik vermittelt Grundkenntnisse über aktuelle Soft- und Hardware-Strukturen der Informations- und Kommunikationstechnik und behandelt darauf aufbauend spezifische Kenntnisse in der Bioinformatik. Hierzu zählen in der Jahrgangsstufe 12 mathematische Modelle und Simulationen in den Biowissenschaften mit Hilfe geeigneter Softwarewerkzeuge. Durch die Analyse und Modifizierung vorgegebener Modelle erfahren die Schülerinnen und Schüler zunächst anhand geeigneter Fallstudien die Möglichkeiten und Grenzen von Computersimulationen. Die Modellierung und die Simulation einfacher Systeme vermitteln den Prozess der Modellbildung und die Grundlagen der eingesetzten numerischen Verfahren.

Eine der Hauptaufgaben der Bioinformatik ist es, mit molekularen und biochemischen Techniken gewonnene Daten zu organisieren und zu analysieren. Die Speicherung solcher Daten erfolgt in Sequenz-, Profil- und Strukturdatenbanken. Die Schülerinnen und Schüler lernen durch Kenntnisse über Daten- und Datenbankstruktur sowie das Entwickeln von zielgerichteten Abfragestrategien die effektive Nutzung solcher Datenbanken. Die Beschaffung von Informationen und ihre Analyse ermöglicht den Schülerinnen und Schülern handlungsorientiert die Beantwortung grundlegender fachspezifischer Fragestellungen.

In der Jahrgangsstufe 13 kommen bei der Abfrage von Sequenzdatenbanken Algorithmen der Mustererkennung zum Einsatz. Deren Verständnis setzt die Kenntnis von Grundelementen der strukturierten Programmierung voraus. Die wichtigsten Prinzipien dazu erarbeiten die Schülerinnen und Schüler projektartig über die Erstellung einfacher Hilfsprogramme für das Labor. Diese Grundkenntnisse werden danach über einfache Algorithmen in Programme zur exakten Mustererkennung am Beispiel genetischer Kontrollstrukturen umgesetzt.

Der Unterricht im Fach Bioinformatik soll Schülerinnen und Schüler für die Anforderungen der Biowissenschaften qualifizieren und zielgerichtet auf entsprechende Studiengänge und Berufsausbildungen im Bereich der Biowissenschaften vorbereiten.

Im Unterricht sollen insbesondere Methoden angewandt werden, die das eigenständige und selbstverantwortliche Arbeiten der Schüler fördern, um dadurch einen Beitrag zur Studierfähigkeit zu leisten. Dabei sollen einzelne Arbeitsmethoden nicht isoliert betrachtet, sondern in den Lerngebieten vermittelt und angewandt werden.

Auf nachstehende formale Vorgaben wird verwiesen:

- In seinem Aufbau folgt der Lehrplan einer freien Lernzieltaxonomie, wobei die Lernziele durch Verben beschrieben werden.
- Die Lernziele sind als Groblernziele formuliert.
- Die Zeitrichtwerte sind als vorgeschlagene zeitliche Empfehlung zu verstehen. Sie sind stets als Jahreswochenstunden ausgewiesen, um Vergleiche mit Schulformen anderer Bundesländer zu ermöglichen.
- Die Lehrplankommission hat Stundenanteile für Wiederholungen und Leistungsüberprüfungen in einem zeitlichen Umfang von ungefähr einem Drittel der ausgewiesenen Zeitrichtwerte vorgesehen.

Saarbrücken, Juli 2019

## Lerngebietsübersicht

<b>1. und 2. Halbjahr der Hauptphase (3 Wochenstunden)</b>		
Lfd. Nr.	Lerngebiet	Zeitrichtwert * Stunden
1	Aufbau, Arbeitsweise, Bedienung und gesellschaftliche Auswirkungen von Informationssystemen	30
2	Biologische Recherche im World Wide Web	10
3	Grundlagen der Programmiertechnik an Problemstellungen der Bioinformatik	80
Summe		120

<b>3. und 4. Halbjahr der Hauptphase (3 Wochenstunden)</b>		
Lfd. Nr.	Lerngebiet	Zeitrichtwert * Stunden
4	Programmiertechnik an Problemstellungen der Bioinformatik	20
5	Biologische Datenbank	40
6	Datenbankprogrammierung	40
7	Auswertung von Messdaten	20
Summe		120

\* Zeitrichtwert i.S. eines Vorschlags

<b>Lerngebiet 1: Aufbau, Arbeitsweise, Bedienung und gesellschaftliche Auswirkungen von Informationssystemen</b>		
Zeitrichtwert: 30 Stunden		
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden		
1.1 erläutern Aufbau und Komponenten eines Informationssystems und beschreiben das Zusammenwirken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessor</li> <li>• Bussysteme</li> <li>• Speicher</li> <li>• Schnittstelle</li> <li>• Peripheriegeräte</li> </ul>	Objektorientiertes Arbeiten über Kontextmenüs, Eigenschaften und Methoden
1.2 richten eine Bioinformatik-Workstation ein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Festplatten und Partitionen</li> <li>• Installation eines modernen Betriebssystems auf einer Arbeitsstation</li> </ul>	
1.3 installieren und löschen Software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareverwaltung</li> </ul>	
1.4 beschreiben und verwalten Objekte eines Betriebssystems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwaltung von Dateien, Ordnern, Programmen</li> </ul>	
1.5 verwalten Benutzer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugriffsrechte</li> <li>• Benutzerverwaltung</li> </ul>	
1.6 passen ein Betriebssystem an besondere Anforderungen an	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckerinstallation</li> <li>• Konfiguration der Netzwerkkarte</li> <li>• Integration in ein vorhandenes Netzwerk</li> <li>• Internetzugang hinzufügen</li> <li>• Troubleshooting</li> </ul>	

<p>1.7 erklären Nutzen von Informationssystemen und erkennen Problem-bereiche</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datensicherheit</li> <li>• Wahrung von Urheber-rechten</li> <li>• Qualität, Quantität von Arbeitsplätzen</li> <li>• Verträge im Infor-mationssystem</li> </ul>	
<p>1.8 erkennen und be-gründen die Not-wendigkeit des Datenschutzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schutzbedürftiger Per-sonenkreis</li> <li>• schutzbedürftige Daten</li> <li>• Rechte der Betroffenen</li> </ul>	<p>DSG-VO</p>

<b>Lerngebiet 2: Biologische Recherche im World Wide Web</b>		
Zeitrichtwert: 10 Stunden		
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden		
2.1 erklären grundsätzliche Strukturen des Internets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur</li> <li>• Browser</li> <li>• Internetprotokolle               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherheitsaspekte</li> </ul> </li> </ul>	z. B. EMBL
2.2 nutzen WWW-Suchmaschinen effektiv	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WWW-Suchmaschinen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Funktionsweisen</li> <li>– boolesche Suchanfrage</li> </ul> </li> </ul>	
2.3 nutzen öffentliche biologische Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte biologische Datenbanken               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Annotation</li> <li>– Datenformate</li> <li>– Suche</li> <li>– Einreichen von Daten</li> </ul> </li> </ul>	
2.4 beurteilen die Qualität von Information und Software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterien der Informationsqualität</li> <li>• Biologie-Software im Internet</li> </ul>	

<b>Lerngebiet 3: Grundlagen der Programmierertechnik an Problemstellungen der Bioinformatik</b>		
Zeitrictwert: 80 Stunden		
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden		
3.1 lösen Probleme der Mustererkennung in Sequenzen mit Hilfe einer Programmiersprache	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmerstellung</li> <li>• Grundelemente der Programmierung               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Datentypen</li> <li>– Variablen</li> <li>– Operatoren</li> <li>– Ausdrücke</li> </ul> </li> <li>• Komplexe Datentypen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Strings</li> <li>– Arrays</li> </ul> </li> <li>• Kontrollstrukturen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Auswahl</li> <li>– Wiederholung</li> </ul> </li> <li>• Dateioperationen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– grundlegende Dateifunktionen</li> <li>– lesender Zugriff</li> <li>– schreibender Zugriff</li> </ul> </li> <li>• String-Operationen</li> <li>• String-Funktionen</li> <li>• reguläre Ausdrücke               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufbau von regulären Ausdrücken</li> <li>– Funktionen für reguläre Ausdrücke</li> </ul> </li> </ul>	Hilfsprogramme für das Labor  Speicherung einer DNA-Sequenz Verkettung von DNA-Fragmenten Transkription: DNA nach RNA Berechnung des entgegengesetzten Komplements eines DNA-Strangs  DNA-Motive finden Nukleotide zählen Simulation von DNA-Mutationen Zufalls-DNA generieren DNA analysieren  Proteinsequenzdaten aus einer Datei einlesen DNA aus Dateien im FASTA-Format einlesen  Motive (DNA- und Proteinsequenzen) in Sequenzdateien suchen



<b>Lerngebiet 4:      Programmierertechnik an Problemstellungen der Bioinformatik</b> <span style="float: right;">Zeitrichtwert: 20 Stunden</span>		
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden		
4.1 lösen Probleme der Mustererkennung in Sequenzen mit Hilfe einer Programmiersprache	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufallszahlen, Zufallsgeneratoren</li>   <li>• komplexe Datentypen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Array-Funktionen</li> <li>– Hashes</li> </ul> </li> </ul>	Simulation von DNA-Mutation Zufalls-DNA generieren  DNA in Proteine übersetzen Verwendung von Hashes für den genetischen Code

<b>Lerngebiet 5: Biologische Datenbanken</b>		
Zeitrichtwert: 40 Stunden		
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden		
5.1 erstellen biologische Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenbanken</li> <li>• Datenbanksysteme               <ul style="list-style-type: none"> <li>– relationales Datenmodell</li> <li>– Aufbau relationaler Datenbanken</li> <li>– Schlüssel, Primärschlüssel, Fremdschlüssel</li> <li>– Tabellen, Relationen</li> </ul> </li> <li>• Datenbankentwurf               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Entity-Relationship-Modell</li> <li>– Normalformen in relationalen Datenbanken</li> </ul> </li> <li>• Datendefinition in SQL               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schemadefinition</li> <li>– DDL: Datendefinition mit SQL</li> </ul> </li> <li>• Datenmanipulation in SQL               <ul style="list-style-type: none"> <li>– DML: Einfügen, Manipulieren von Datensätzen</li> <li>– DML: Auslesen von Datensätzen</li> <li>– Datenabfrage mit mehreren Relationen</li> </ul> </li> </ul>	<p>Erstellung von Datenbanken für DNA und Proteinsequenzen</p> <p style="text-align: right;">Joins</p>

<b>Lerngebiet 6: Datenbankprogrammierung</b>		
		Zeitrichtwert: 40 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden		
6.1 bearbeiten biologische Datenbanken mit Hilfe einer Programmiersprache	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindungsaufbau</li> <li>• Verbindungsabbau</li> <li>• ermitteln von Fehlerhinweisen</li> <li>• Ausführen von Abfragen</li> <li>• Verarbeiten der Abfrageergebnisse</li> <li>• Schreiben von Daten in eine Tabelle</li> <li>• Manipulieren von Datensätzen</li> </ul>	Bearbeitung von Datenbanken für DNA und Proteinsequenzen

<b>Lerngebiet 7: Auswertung von Messdaten</b>		
		Zeitrichtwert: 20 Stunden
Lernziele	Lerninhalte	Hinweise zum Unterricht
Die Lernenden		
7.1 werten Messwerte und Prozessdaten mit Computern aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung von Messwertreihen <ul style="list-style-type: none"> <li>– arithmetischer Mittelwert</li> <li>– absoluter und relativer Fehler</li> <li>– Standardabweichung</li> <li>– Normalverteilung</li> <li>– lineare Regression</li> <li>– lineare Korrelation</li> </ul> </li> <li>• graphische Darstellung von Messergebnissen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diagrammarten</li> </ul> </li> </ul>	siehe Lehrplan Biotechnologie, Lerngebiet 4