

ENTWURF

Die berufsbildenden Schulen im Land Bremen

Berufliches Gymnasium

Rahmenplan

Fachrichtung Lebensmittel- und Biotechnologie

Leistungsfach

Lebensmittel- und Biotechnologie

Praxisfach

Lebensmittel- und Biotechnologie

Herausgegeben von der Senatorin für Bildung, Wissenschaft und Gesundheit
Rembertiring 8 – 12, 28195 Bremen,

Stand: 2012

Curriculumentwicklung:
Landesinstitut für Schule, Abteilung 2 – Qualitätssicherung und
Innovationsförderung, Am Weidedamm 20, 28215 Bremen
Redaktion: Jürgen Uhlig-Schoenian, Hermann Kück, Maritta Zehnich-Rautmann

Nachdruck ist zulässig

Bezugsadresse: <http://www.lis.bremen.de>

Inhaltsverzeichnis

1.	Ziele des Fachs	4
1.1	Fachpräambel	4
1.2	Besonderheiten von Grund- und Leistungsfach	6
1.3	Praxisfach	7
2.	Themen und Inhalte	8
2.1	Leistungsfach Lebensmittel- und Biotechnologie	8
2.2	Praxisfach Lebensmittel- und Biotechnologie	11
2.3	Schulinterne Curricula	12
3.	Bildungsstandards	13
3.1	Fachkompetenz	13
3.2	Methodenkompetenz	14
3.3	Sozialkompetenz	15
3.4	Personalkompetenz	15
4.	Leistungsbeurteilung	16
	Anhang	18
	Liste der Operatoren	18

1. Ziele des Fachs

1.1 Fachpräambel

„Im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld soll Verständnis der Abstraktion, die Fähigkeit zu logischem Schließen, Sicherheit in einfachen Kalkülen, Einsicht in die Mathematisierung von Sachverhalten, in die Besonderheiten naturwissenschaftlicher Methoden, in die Entwicklung von Modellvorstellungen und deren Anwendung auf die belebte und unbelebte Natur und die Funktion naturwissenschaftlicher Theorien vermittelt werden.“¹

Das Fach Lebensmittel- und Biotechnologie in Verbindung mit dem Praxisfach bietet Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, sich das mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Aufgabenfeld in seiner ganzen Spannweite zu erschließen. Neben der verfahrenstechnischen Weiterentwicklung der Lebensmittelherstellung beeinflusst die Biotechnologie immer stärker den Wirtschaftsbereich der Lebensmittel- und Biotechnologie. Um auch die Wechselwirkungen zwischen Lebensmittelqualität, Ernährungsgewohnheiten und Gesundheit zu erfassen, korrespondiert dieses Fach inhaltlich u. a. mit ökotrophologischen und medizinischen Themen. Da sich Fragen der Versorgung mit Lebensmitteln auch für Schülerinnen und Schüler täglich stellen, ist mit dem Fach Lebensmittel- und Biotechnologie ein direkter Bezug zu ihrer eigenen Lebenswelt herzustellen. Es weckt und verstärkt anhand grundlegender und aktueller Fragestellungen, verknüpft mit eigenen Versuchen, das Interesse der Schülerinnen und Schüler an den Naturwissenschaften.

Grundlagenkompetenzen aus der Biologie, Chemie, Mathematik und Physik sind erforderlich, um sich mit fachspezifischen Aufgabenstellungen auseinandersetzen zu können. Für die Lösung praxisrelevanter Probleme im Bereich der Lebensmittel- und Biotechnologie dürfen diese Disziplinen jedoch nicht einzeln und isoliert betrachtet werden. Aufgrund des interdisziplinären Charakters sind Lerninhalte aus Chemie, Ökotrophologie, Mikrobiologie, Molekularbiologie, Physik und Bio-Verfahrenstechnik unerlässlich. In der Darstellung des Zusammenspiels von Lebensmittel- und Biotech-

¹ Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 in der Fassung vom 16.06.2000: grundlegende Anforderungen an den Unterricht in mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld

nologie werden diese Vernetzungen für die Schülerinnen und Schüler ersichtlich und zeigen wichtige technisch-naturwissenschaftliche Weiterentwicklungen auf.

Die Profulfächer sind die Basis für einen fächerübergreifenden Unterricht, um strukturiertes Wissen aufzubauen und Zusammenhänge herzustellen. Dafür werden entsprechende Unterrichtsformen und -methoden angewendet. Fachwissenschaftliche Perspektiven werden erweitert, eigenständiges und selbstverantwortliches Arbeiten gefördert. Dieses trägt zum Aufbau studienorientierter und beruflicher Handlungskompetenz bei.

Das Fach Lebensmittel- und Biotechnologie leistet anhand der ausgewählten Inhalte eine geeignete Berufsorientierung und befähigt damit die Schüler zur gezielten Wahl eines Hochschulstudiums oder einer qualifizierten Berufsausbildung.

Neben der fachwissenschaftlichen Orientierung findet eine Auseinandersetzung mit ökonomischen, ökologischen und ethischen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Lebensmittel- und Biotechnologie statt, um auf dieser Grundlage zu fundierten Urteilen zu kommen, die eine verantwortungsvolle Teilnahme am gesellschaftlichen Leben ermöglichen.

Der Unterricht im Fach Lebensmittel- und Biotechnologie strebt im Rahmen der Vermittlung einer umfassenden Handlungskompetenz neben fachlichen auch methodische, soziale und personale Kompetenzen an, die mit Hilfe von problem-, handlungs- und projektorientiertem Lernen erreicht werden. Damit werden die Schülerinnen und Schüler auf aktuelle und zukünftige Qualifikationsanforderungen in Studium, Beruf und Gesellschaft vorbereitet.

1.2 Besonderheiten von Grund- und Leistungsfach

Der Unterricht im Grundfach (grundlegendes Anforderungsniveau) basiert auf der Vermittlung einer wissenschaftspropädeutisch orientierten Grundbildung, während der Unterricht im Leistungsfach (erhöhtes Anforderungsniveau) die systematische, vertiefte und reflektierte wissenschaftspropädeutische Arbeit vermittelt. Trotz dieser Unterscheidung müssen alle Anforderungsbereiche abgedeckt werden. Das Leistungsfach wird in der Einführungsphase mit mindestens vier und in der Qualifikationsphase mit mindestens fünf Wochenstunden unterrichtet. Das Grundfach wird i.d.R. mit drei, mindestens aber mit zwei Wochenstunden in der Einführungs- und Qualifikationsphase unterrichtet. Beiden Fächern gemeinsam ist die Förderung und Entwicklung grundlegender Kompetenzen (siehe Kapitel 3.) als Teil der Allgemeinbildung und Voraussetzung für Studium und Beruf.

Der Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau soll

- auf das Beherrschen von Arbeits- und Fachmethoden, auf das selbstständige Anwenden, Übertragen und Reflektieren gerichtet sein,
- vertiefend die Inhalte, Modelle und Theorien so vermitteln, dass die Komplexität des Faches deutlich wird,
- eine zielgerichtete und souveräne Vernetzung von Teilaspekten verschiedener Disziplinen ermöglichen und so
- einen hohen Grad an Selbsttätigkeit bei den Lernenden erzielen.

Die Anforderungen im Unterricht mit erhöhtem Anforderungsniveau sollen sich daher nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ von denen des Unterrichts mit grundlegendem Anforderungsniveau unterscheiden. Dieser Unterschied wird deutlich

- im Umfang und Spezialisierungsgrad bezüglich des Fachwissens, der Methoden sowie der Theoriebildung,
- im Abstraktionsniveau, erkennbar am Grad der Problemerkennung und des Problemlösens sowie der Differenziertheit der verwendeten Fachsprache,
- an der Komplexität der Kontexte sowie der fachspezifischen Sachverhalte, Theorien und Modelle.

Der Unterricht im Fach Lebensmittel- und Biotechnologie wird derzeit als Leistungsfach mit erhöhtem Anforderungsniveau erteilt.

1.3 Praxisfach

Das Praxisfach ist in der Einführungs- und Qualifikationsphase mit insgesamt sechs Gesamtwochenstunden angesetzt. Die Inhalte sind mit dem Profilleistungsfach und den Profilgrundfächern so zu verknüpfen, dass der Praxisbezug deutlich wird. Hierzu gehört auch das betriebliche Praktikum. Außerdem müssen die Praxisfachstunden inhaltlich und zeitlich zumindest teilweise in den Unterricht zur Steigerung der Methoden- und Sozialkompetenz sowie des Projektunterrichts eingebunden werden.

Das Unterrichtsfach ist zu benoten und gemäß Belegungsverpflichtung der Abiturverordnung in allen Schulhalbjahren im Zeugnis auszuweisen. Es ist Grundlage der Versetzungsentscheidung in der Einführungsphase und kann mit maximal zwei Kursen in die Gesamtqualifikation eingebracht werden (entspr. Abi-VO: § 8 (6), 5, der Verordnung über die Abiturprüfung im Lande Bremen v. 1.2.2005 i. d. F. v. 1. August 2007).

Die Beschreibung des Fachs enthält exemplarische Anregungen zur inhaltlichen Ausgestaltung. Die inhaltliche Konkretisierung wird entsprechend den o. g. Vorgaben schuleinheitlich entwickelt und festgelegt.

Für den Einstieg bieten sich fächerübergreifende Inhalte zur Steigerung der Methoden- und Sozialkompetenz und zum Projektmanagement an. Diesen allgemeinen beruflichen Qualifikationen können dann Inhalte entsprechend der jeweiligen Fachrichtung folgen. In der Qualifikationsphase soll die Projektarbeit eingebunden werden.

2. Themen und Inhalte

2.1 Leistungsfach Lebensmittel- und Biotechnologie

Halb- jahr	Themen
E 1	<p>Thema 1: Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und ihre Bedeutung für eine gesunde Ernährung</p> <p>1.1 Aufbau und Funktion der Makro- und Mikronährstoffe in Lebensmitteln</p> <p>1.2 Gesunde Ernährung, Ernährungskrankheiten und besondere Kostformen</p> <p>Thema 2: Grundlagen des Stoffwechsels</p> <p>2.1 Verdauung und Resorption der Nährstoffe</p> <p>2.2 Enzyme</p>
E 2	<p>Thema 3: Die Zelle als biotechnologisches System</p> <p>3.1 Bau und Funktion von Pro- und Eukaryonten</p> <p>3.2 Transportvorgänge</p> <p>Thema 4: Hygiene bei der Herstellung von Lebensmitteln</p> <p>4.1 Grundlagen der Mikrobiologie</p> <p>4.2 Bedeutung von Mikroorganismen und Schädlingen</p> <p>4.3 Personal-, Produkt- und Betriebshygiene, HACCP-Konzept</p> <p>4.4 Reinigung und Desinfektion</p>
Q 1	<p>Thema 5: Prozesstechnische Grundlagen der Lebensmittelherstellung</p> <p>5.1 Verfahrenstechniken zur Lebensmittelherstellung</p> <p>5.2 Konservierungsverfahren</p>

Halb- jahr	Themen
	<p>Thema 6: Biotechnologie der Lebensmittelproduktion</p> <p>6.1 Produktionsprozess ausgewählter fermentierter Lebensmittel</p> <p>6.2 Einsatz von Mikroorganismen als Starterkulturen im Produktionsprozess</p> <p>Thema 7: Stoffwechsel der Mikroorganismen in fermentierten Lebensmitteln</p> <p>7.1 Aerobe Energiegewinnung</p> <p>7.2 Anaerobe Energiegewinnung</p>
Q 2	<p>Thema 8: Grundlagen zum Aufbau und Betrieb von Bioreaktoren</p> <p>8.1 Reaktorarten</p> <p>8.2 Steuerung des Produktionsprozesses</p> <p>8.3 Aufarbeitung eines biotechnologischen Produktes</p> <p>Thema 9: Molekulargenetik</p> <p>9.1 Grundlagen: Mitose, Meiose und angewandte klassische Genetik</p> <p>9.2 Bau und Funktion der DNA</p> <p>9.3 Replikation</p> <p>9.4 Genexpression</p> <p>9.5 Genregulation</p> <p>9.6 Mutationen</p>
Q 3	<p>Thema 10: Grundlagen der Gentechnik, deren Bedeutung bei der Herstellung von Lebensmitteln und biotechnologischen Produkten</p> <p>10.1 Analysemethoden</p> <p>10.2 Gentransferverfahren</p> <p>10.3 Anwendungsbeispiele zu GVPF/L: gentechnisch veränderte Pflanzen und Lebensmittel, Lebensmittelzusatzstoffe</p> <p>10.4 Novel Food und Gentechnikgesetz</p> <p>10.5 Möglichkeiten und Grenzen der Gentechnologie bei GVPF/L</p>

Halb- jahr	Themen
Q 4	Thema 11: Einsatz von Enzymen und Biosensoren in der Lebensmittel- und Biotechnologie 11.1 Enzymreaktion, Enzymkinetik, Regulation 11.2 Industrielle Anwendungen in der Lebensmittelbiotechnologie

2.2 Praxisfach Lebensmittel- und Biotechnologie

Halb-jahr	Themen
E 1	<p>Thema 1: Kommunikations- und Methodentraining</p> <p>Thema 2: Grundtechniken bei der Untersuchung von Lebensmitteln</p> <p>2.1 Einführung in labortypische Arbeitstechniken</p> <p>2.2 Technologische Eigenschaften der Nährstoffe</p> <p>2.3 Grundlagen der Lebensmittelanalyse</p>
E 2	<p>Thema 3: Grundlagen zellbiologischer Arbeitstechniken</p> <p>3.1 Einführung in die zell- und mikrobiologischen Arbeitstechniken</p> <p>3.2 Anfertigung von Präparaten</p> <p>3.3 Mikroskopische Untersuchungsmethoden</p> <p>Thema 4: Einführung in die Projektarbeit</p> <p>Thema 5: Vorbereitung auf das Betriebspraktikum</p>
Q 1	<p>Thema 6: Projektarbeit / Theorie und Praxis des Projektmanagements</p> <p>Thema 7: Herstellung eines fermentierten Produktes</p> <p>7.1 Produktionstechnik und -steuerung</p> <p>7.2 Verfolgung und Dokumentation des Fermentationsprozesses</p> <p>7.3 Probennahme und -analytik</p>
Q 2	<p>Thema 8: Anwendung von mikrobiologischen Arbeitstechniken</p> <p>8.1 Grundlagen sterilen Arbeitens</p> <p>8.2 Kultivierung von Mikroorganismen</p> <p>8.3 Nachweisverfahren von Mikroorganismen</p>

Halb-jahr	Themen
	Thema 9: Molekulargenetik 9.1 Isolierung der DNA 9.2 Isolierung von Mangelmutanten 9.3 Antibiotikaresistenz von Bakterien
Q 3	Thema 10: Gentechnologische Arbeitstechniken 10.1 DNA-Analyse: Gelelektrophorese, PCR 10.2 Plasmidisolierung aus Bakterienzellen zur Gewinnung von Vektoren für die Transformation 10.3 DNA-Klonierung: Restriktion, Ligation, Transformation, Selektion
Q 4	Thema 11: Arbeiten mit Enzymen, Biosensoren zur Prozessoptimierung 11.1 Ermittlung der Enzymaktivität – Abhängigkeitsfaktoren, Immobilisierung 11.2 Anwendung von Biosensoren in der Lebensmittelindustrie

Die Themen im Praxisfach sind Beispiele, die im Rahmen der Entwicklung dieses Bildungsgangs verändert werden können. Die Themen der Grund- und Leistungsfächer sind verbindlich. Die Reihenfolge der Themen ist im Rahmen der fachwissenschaftlichen Vertretbarkeit schulintern und schuleinheitlich variierbar.

2.3 Schulinterne Curricula

Bildungsstandards und Themen bilden den Rahmen für die konkrete Unterrichtsarbeit. In den Schulen müssen schulinterne Curricula und Stoffverteilungspläne erstellt werden, die die Umsetzung wie die Gleichwertigkeit von Parallelkursen sicherstellen. Dazu gehören auch regelmäßige Vergleichsarbeiten, die mindestens einmal pro Jahr stattfinden sollen. Gibt es mehrere Standorte im Land Bremen, ist die Vergleichbarkeit durch regelmäßige Absprachen sicherzustellen.

3. Bildungsstandards

Die Schülerinnen und Schüler erwerben und vertiefen im Fach Lebensmittel- und Biotechnologie eine umfassende Handlungskompetenz mit den Dimensionen der fachlichen, methodischen, sozialen und personalen Kompetenz, die als ein Bündel von teilweise sich überlappenden Befähigungen zu verstehen sind. Bereits vorhandene Kompetenzen werden weiter entwickelt. Im Sinne lebensbegleitenden Lernens wird ein Prozess der Kompetenzentwicklung eingeleitet, der über die Schulzeit und Berufsausbildung hinausreicht.

3.1 Fachkompetenz

Das Fach Lebensmittel- und Biotechnologie legt bei den Schülerinnen und Schülern die Basis einer naturwissenschaftlich-technischen Denk- und Arbeitsweise. Dazu wird systematisches Wissen über Struktur, Funktion und Eigenschaften der Lebensmittelinhaltsstoffe sowie deren Nutzung in Produktionsverfahren aufgebaut. Eng damit verknüpft sind vertiefte Kenntnisse über Mikroorganismen, die für die Produktion von Lebensmitteln und in biotechnologischen Prozessen eingesetzt werden. Für die kritische Beurteilung der angewendeten Verfahren ist ein umfassendes Verständnis ernährungsphysiologischer Zusammenhänge notwendig.

Theoretische Kenntnisse werden im Praxisfach mit der Einübung von relevanten Arbeitstechniken vertieft. Komplexe Produktionsverfahren und die damit zusammenhängenden biologischen Systeme werden untersucht, durch Anwendung adäquater Fachterminologie beschrieben und so interdisziplinäres Denken und Handeln gefördert. Lösungsvorschläge zu analysierten Problemen der Verfahren und Systeme werden mithilfe der erworbenen Kenntnisse und unter Hypothesenbildung entwickelt und überprüft. Die gewonnenen Erkenntnisse werden auf andere Sachverhalte übertragen.

Schülerinnen und Schüler erwerben Wissen zu ausgewählten Tätigkeiten und Anforderungen der Berufe im Arbeitsfeld der Lebensmittel- und Biotechnologie und vertiefen wissenschafts-propädeutisches Denken und Arbeiten an konkreten Beispielen dieses Arbeitsbereiches.

3.2 Methodenkompetenz

Zu den fachlich relevanten Methoden, die im Fach Lebensmittel- und Biotechnologie sowie im Praxisfach zur Erkenntnisgewinnung angewendet werden, zählen:

- Beschreibung, Erklärung / Interpretation, Bewertung und Anfertigung technisch-naturwissenschaftlicher Unterlagen (Fachtexte, Grafiken, Zeichnungen, Fließ- und Reaktionsschemata, Diagramme, Messreihen, Graphen, Statistiken)
- Exaktes Beobachten, Beschreiben, Vergleichen, Ordnen, untersuchen technischer, biochemischer und biologischer Phänomene und Prinzipien
- Planung, Durchführung, Dokumentation und Auswertung von Experimenten / Simulationen
- Beherrschen eines sachgerechten Umgangs mit Geräten, Maschinen, Werkzeugen, Materialien und Organismen unter Einhaltung erforderlicher Sicherheitsbestimmungen
- Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen
- Strukturiertes und vereinfachtes Darstellen komplexer Sachzusammenhänge von Produktionsprozessen und biologischen Systemen
- Anwendung von Modellvorstellungen unter Berücksichtigung ihres Gültigkeitsbereichs zur Gewinnung von Erkenntnissen.

Folgende fachübergreifende Methodenkompetenzen unterstützen die fachlichen Lernprozesse:

- Beherrschen der Methoden der Informationsbeschaffung, Informationsverarbeitung und Informationsauswertung sowie Präsentation der Ergebnisse. Untersuchungsfragen und -strategien werden dabei entwickelt und kritisch reflektiert.
- Sachgerechte Nutzung elektronischer Informations- und Kommunikationstechnik, aber auch klassischer Medien zur Recherche, Gestaltung und Präsentation von Arbeitsergebnissen einschließlich der kritischen Betrachtung ihrer Grenzen.
- Nutzung unterschiedlicher Gesprächs- und Darstellungsformen, Entwicklung stringenter Argumentationszusammenhänge sowie Anwendung von Präsentations- und Visualisierungstechniken.

- Effizienter Umgang mit Zeit und weiteren Ressourcen, um Arbeitsabläufe zweckmäßig planen und gestalten zu können.
- Vernetztes Denken und Nutzung fächerübergreifender sowie fächerverbindender Bezüge.

3.3 Sozialkompetenz

- Gemeinsam mit anderen Ziele setzen und realisieren
- Ziele kooperativ, konstruktiv und in Kommunikation mit anderen erreichen
- Sich adressaten-, situations- und wirkungsbezogen verständigen
- Konflikte konsensorientiert unter Wahrnehmung der eigenen Rolle und der Rollen anderer lösen.

3.4 Personalkompetenz

- Aufgabenlösung aktiv organisieren, aber auch kreativ in Angriff nehmen
- Eigene Motivationen, Einstellungen, Erfahrungen, Werthaltungen und die o. a. Kompetenzen für die Bewältigung der Aufgabe aktivieren
- Das eigene Handeln reflektieren und kritisch betrachten
- Im persönlichen Auftreten die eigene Person mit dem eigenen Selbstbild und den eigenen Werten stimmig zur Geltung bringen.

4. Leistungsbeurteilung

Die Dokumentation und Beurteilung der individuellen Entwicklung des Lern- und Leistungsstandes der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt nicht nur die Produkte, sondern auch die Prozesse schulischen Lernens und Arbeitens. Leistungsbeurteilung dient der Rückmeldung für Lernende, Erziehungsberechtigte und Lehrkräfte. Sie ist eine Grundlage verbindlicher Beratung sowie der Förderung der Schülerinnen und Schüler.

Grundsätze der Leistungsbewertung:

- Bewertet werden die im Unterricht und für den Unterricht erbrachten Leistungen der Schülerinnen und Schüler.
- Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie sie in den „Anforderungen“ (Standards) beschrieben sind.
- Leistungsbewertung muss für Schülerinnen und Schüler sowie Erziehungsberechtigte transparent sein.
- Die Kriterien der Leistungsbewertung müssen zu Beginn des Beurteilungszeitraums bekannt sein.
- Die Kriterien für die Leistungsbeurteilung und die Gewichtung zwischen den Beurteilungsbereichen werden in der Fachkonferenz festgelegt.

Die beiden notwendigen Beurteilungsbereiche sind:

- Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht und ihnen gleichgestellte Arbeiten
- Laufende Unterrichtsarbeit.

Bei der Festsetzung der Zeugnisnoten werden zunächst für die beiden Bereiche Noten festgelegt, danach werden beide Bereiche angemessen zusammengefasst.

Die Noten sollen sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse des ersten Beurteilungsbereichs stützen.

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht dienen der Überprüfung der Lernergebnisse eines Unterrichtsabschnittes. Weiter können sie zur Unterstützung kumulativen Lernens auch der Vergewisserung über die Nachhaltigkeit der Lernergebnisse zurückliegenden Unterrichts dienen. Sie geben Aufschluss über das Erreichen der Ziele des Unterrichts.

Laufende Unterrichtsarbeit

Dieser Beurteilungsbereich umfasst alle von den Schülerinnen und Schülern außerhalb der schriftlichen Arbeiten unter Aufsicht und den ihnen gleichgestellten Arbeiten erbrachten Unterrichtsleistungen wie

- mündliche und schriftliche Mitarbeit,
- Arbeitsprodukte aus dem Unterricht wie Lerntagebücher oder Portfolios,
- Hausaufgaben,
- längerfristig gestellte häusliche Arbeiten (z.B. Referate oder kleinere Facharbeiten),
- Gruppenarbeit,
- Mitarbeit in Unterrichtsprojekten (Prozess, Produkt, Präsentation).

Lernkontrollen müssen auch die sprachliche Richtigkeit und Form der mündlichen und schriftlichen Präsentation angemessen berücksichtigen. Um die Urteils- und Kritikfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gegenüber ihren eigenen Leistungen zu fördern, sollen sie an der Leistungsbewertung beteiligt werden.

Anhang

Liste der Operatoren

Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler müssen eindeutig hinsichtlich des Arbeitsauftrages und der erwarteten Leistung formuliert sein. Die in den schriftlichen Arbeiten verwendeten Operatoren (Arbeitsaufträge) werden in der folgenden Tabelle definiert und inhaltlich gefüllt. Entsprechende Formulierungen in den Klausuren sind ein wichtiger Teil der Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf das Abitur.

Neben Definitionen und Beispielen enthält die Tabelle auch Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen I, II und III (vgl. dazu die ARI in der jeweils gültigen Fassung), wobei die konkrete Zuordnung auch vom Kontext der Aufgabenstellung abhängen kann und eine scharfe Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Angeben/ Benennen/ Beschriften I	Ohne nähere Erläuterungen aufzählen	Nennen Sie häufig eingesetzte Konservierungsverfahren.
Berechnen/ Bestimmen I	Mittels Größengleichung eine biologische, chemische oder physikalische Größe ermitteln	Berechnen Sie die Gesamtkeimzahl pro ml mithilfe der vorgegebenen Formel.
Beschreiben I-II	Sachverhalte (evtl. mit Materialbezug) in eigenen Worten wiedergeben	Beschreiben Sie unter Einbeziehung der beteiligten Enzyme bzw. Co-Enzyme die alkoholische Gärung.
Beschriften/ Ergänzen I	Abbildungen, Modelle etc. in ihren Details exakt zuordnen und fachsprachlich bezeichnen bzw. vervollständigen	Beschriften Sie die Richtungspfeile der DNA-Einzelstränge.
Darstellen I-II	Einen erkannten Zusammenhang oder Sachverhalt strukturiert wiedergeben	Stellen Sie anhand der Abbildung den Verlauf der Wachstumskurve dieser Mikroorganismenpopulation dar.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Strukturieren/ Ordnen I-II	Vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren	Ordnen Sie die Aussagen zur PCR den Phasen dieses Nachweisverfahrens zu, und bringen Sie die Aussagen in die korrekte Reihenfolge.
Zusammenfassen I-II	Wesentliche Aussagen komprimiert und strukturiert wiedergeben	Fassen Sie den Text zum Fermentationsprozess von Sauerkraut zusammen.
Ableiten II	Auf der Grundlage wesentlicher Merkmale sachgerechte Schlüsse ziehen	Leiten Sie aus der Abbildung in der Anlage 1 die dargestellten Proteinstrukturen ab.
Anwenden/ Übertragen II	Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen	Wenden Sie Ihre Kenntnisse zur Bedeutung der Primer bei der Vervielfältigung von DNA-Abschnitten auf das Ihnen vorliegende Auswahlangebot an.
Durchführen/ Messen II	Eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen bzw. Messungen vornehmen	Stellen Sie den Wassergehalt der verschiedenen Lebensmittel lt. Anleitung fest, indem Sie in regelmäßigen Abständen den a_w -Wert messen.
Erklären II	Ausgehend von theoretischen Überlegungen (z. B. Regeln, Gesetze, Funktionszusammenhänge, Modelle, etc.) einen Sachverhalt unter Verwendung der Fachsprache verständlich darstellen	Erklären Sie das Flüssig-Mosaik-Modell von Biomembranen.
Erläutern II	Einen Sachverhalt auf der Grundlage von Vorkenntnissen und eventuell gegebenem Material unter Verwendung der Fachsprache verständlich darstellen	Erläutern Sie den lebensmitteltechnologischen Grundprozess des Emulgierens.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Protokollieren II	Die Durchführung und Beobachtung von Experimenten detailgenau, zeichnerisch, einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben	Halten Sie die Veränderungen von Milch bei Zugabe von Säure oder Hitze genau fest.
Zeichnen II	Eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen	Zeichnen Sie den Aufbau eines Rührreaktors.
Zeichnen II	Eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen	Zeichnen Sie den Aufbau eines Rührreaktors.
Analysieren II-III	Unter gezielten Fragestellungen Elemente, Strukturmerkmale und Zusammenhänge herausarbeiten und die Ergebnisse darstellen	Analysieren Sie aus lebensmitteltechnologischer Sicht drei mögliche Störungen, die im beschriebenen Produktionsprozess aufgetreten sein können.
Auswerten II-III	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen	Werten Sie die Ergebnisse der Elektrophorese zur Bestimmung der verwendeten unterschiedlichen Fleischarten aus.
Begründen II-III	Hinsichtlich Ursachen und Auswirkungen nachvollziehbare Zusammenhänge herstellen	Begründen Sie die Einteilung zwischen Investitions- und Gewinnphase im Ablauf der Glycolyse.
Ermitteln II-III	Einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren	Ermitteln Sie aus der Abbildung die dargestellte Form der Enzymregulation.
Vergleichen II-III	Nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen	Vergleichen Sie die angegebenen Konservierungsverfahren miteinander.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Bewerten III	Eine eigene Position nach ausgewiesenen Normen und Werten vertreten	Bewerten Sie die nachfolgenden Aussagen zu den Chancen und Risiken der Gentechnologie in Lebensmitteln und biotechnologischen Produkten.
Beurteilen III	Zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden aufgrund von ausgewiesenen Kriterien formulieren und begründen	Beurteilen Sie anhand der Prozess begleitenden Daten die Qualität des Produktes.
Entwickeln/ Aufstellen III	Sachverhalte, Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen, z. B. eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, eine Befragung oder ein Modell schrittweise weiterführen und ausbauen	Entwickeln Sie aus dem Text heraus ein Fließschema zur mehrstufigen Sauerteigführung.
Interpretieren III	Ergebnisse bzw. kausale Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen	Interpretieren Sie die verschiedenen Graphen des Fed-Batch-Verfahrens.
Stellung nehmen III	Siehe „Beurteilen“ und „Bewerten“	Nehmen Sie Stellung zu den Pro- und Contra-Argumenten für den Einsatz von Antibiotika-Resistenzgenen.
(Über)prüfen III	Eine Meinung, Aussage, These, Argumentation nachvollziehen und auf der Grundlage eigenen Wissens oder eigener Textkenntnis beurteilen	Überprüfen Sie, ob die folgende Aussage korrekt ist. „Die Meiose spielt für die genetische Variabilität der sich geschlechtlich vermehrenden Organismen eine nur untergeordnete Rolle.“