



**ZSL**

**Zentrum für Schulqualität  
und Lehrerbildung  
Baden-Württemberg**

## Sondergebiete der Biowissenschaften

Handreichung zur Einführung des Bildungsplans im  
Beruflichen Gymnasium ab Schuljahr 2021/2022



## Redaktionelle Bearbeitung

Redaktion	Ulrike Ertelt, Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (ZSL)
Autor/in	Silke Fischer, Christiane-Herzog-Schule Heilbronn Dr. Ulrich Vollgraf, Käthe-Kollwitz-Schule Esslingen
Erscheinungsjahr	2021

## Impressum

Herausgeber	Land Baden-Württemberg vertreten durch das Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (ZSL) Interimsadresse: Neckarstr. 207, 70190 Stuttgart Telefon: 0711 21859-0 Telefax: 0711 21859-701 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@zsl.kv.bwl.de">poststelle@zsl.kv.bwl.de</a> Internet: <a href="http://www.zsl.kultus-bw.de">www.zsl.kultus-bw.de</a>
Urheberrecht	Inhalte dieses Heftes dürfen für unterrichtliche Zwecke in den Schulen und Hochschulen des Landes Baden-Württemberg vervielfältigt werden. Jede darüber hinausgehende fotomechanische oder anderweitig technisch mögliche Reproduktion ist nur mit Genehmigung des Herausgebers möglich. Soweit die vorliegende Publikation Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Die Urheberrechte der Copyrightinhaber werden ausdrücklich anerkannt. Sollten dennoch in einzelnen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an den Herausgeber. Bei weiteren Vervielfältigungen müssen die Rechte der Urheber beachtet bzw. deren Genehmigung eingeholt werden. © Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung, Stuttgart 2021

## Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Vorbemerkungen zum neuen Bildungsplan .....	2
1.1	Was ist grundlegend neu? .....	2
1.2	Erläuterungen zur unterrichtlichen Umsetzung der Kompetenzorientierung .....	3
2	Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien im Unterricht .....	5
2.1	Digitale Medien und Kompetenzorientierung oder wann ergibt sich aus dem Einsatz digitaler Medien ein Mehrwert? .....	5
2.2	Tools für die digitale Literacy .....	6
2.3	Digitale Tools zur Unterrichtsgestaltung .....	7
3	Umsetzungsbeispiele .....	12
3.1	Zellen als selbsterhaltende biochemische Funktionseinheiten. Fotosynthese und Zellatmung als Komplementärvorgänge (BPE 2.2) .....	12
3.2	Neurobiologie des Lernens: Informationen im Nervensystem als Änderung von Membranpotenzialen (BPE 4.3) .....	15
3.3	Positionierung in einer Diskussion über Schutzimpfungen (BPE 7.7 und 7.8) .....	18
4	Umsetzungsbeispiele für Vertiefung – individualisiertes Lernen – Projektunterricht (VIP) .....	23

# 1 Allgemeine Vorbemerkungen zum neuen Bildungsplan

## 1.1 Was ist grundlegend neu?

Die neuen Bildungspläne unterscheiden sich in erster Linie von den bisherigen durch die Weiterentwicklung der Kompetenz- und Outputorientierung. Dies bedeutet, dass der Bildungsplan und damit der entsprechende Unterricht eine umfassendere Entwicklung der naturwissenschaftlichen Kompetenz der Schülerinnen und Schüler zum Ziel haben. Die im Bildungsplan formulierten Kompetenzformulierungen lassen sich daher den vier in den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für die allgemeine Hochschulreife festgeschriebenen Kompetenzbereichen zuordnen. Unterschieden werden hier für naturwissenschaftliche Fächer die Bereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz. Die **Sachkompetenz** der Schülerinnen und Schüler zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Konzepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignete auszuwählen, um Problemstellungen aus fach- und alltagsbezogenen Anwendungsbereichen zu lösen. **Erkenntnisgewinnungskompetenz** zeigt sich in der Fähigkeit, naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zu beschreiben, zu erklären und verknüpft zu nutzen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen und eigenständig gestalten zu können sowie die Möglichkeiten und Grenzen der eingesetzten Methoden und Prozesse zu reflektieren. Die **fachbezogene Kommunikationskompetenz** der Schülerinnen und Schüler lässt sich messen an deren Fähigkeit, die Fachsprache, fachtypische Argumentationsstrukturen und Darstellungen wie z. B. Modelle und Grafiken zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen sowie adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen. **Bewertungskompetenz** schließlich zeigt sich darin, dass die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, fachliche und überfachliche Perspektiven und Bewertungsverfahren zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand sinnvoller Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet eine Meinung zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und die Prozesse und Folgen von Entscheidungen zu reflektieren.

Dementsprechend ist auch der Aufbau des Bildungsplans gegenüber der Vorgängerversion verändert. Am Beginn jeder Bildungsplaneinheit wird in Form von übergeordneten Zielformulierungen beschrieben, welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler im Rahmen dieser BPE erwerben sollen. Die Bildungsplaneinheiten selbst sind in relativ kurze Untereinheiten gegliedert. Für jede Untereinheit werden zunächst die Lernziele in operationalisierter Form dargestellt. Die Lernziele bzw. Kompetenzerwartungen sind dabei in Form von Beschreibungen des Könnens formuliert, das die Schülerinnen und Schüler am Ende der BPE entwickelt haben sollen. Die operationalisierte Lernzielformulierung ermöglicht Transparenz im Hinblick auf die anzustrebende Verarbeitungstiefe und die Kompetenzbereiche, die mittels der entsprechenden Inhalte abgedeckt werden sollen. Die darunter folgende linke Spalte, die Inhaltsspalte, gibt verpflichtend die fachlichen Inhalte an, die im Zusammenhang mit den Lernzielen der Untereinheit relevant sind. Die **rechte** Spalte gibt als Hinweisspalte Informationen zu Inhaltsvernetzungen, möglichen Vertiefungen und unterrichtlicher Umsetzung der Lernziele und Inhalte.

Neu ist zudem der VIP-Bereich (**V**ertiefung, **I**ndividualisiertes Lernen, **P**rojektunterricht) mit einem Umfang von jeweils 20 Stunden in der Eingangsklasse und der Jahrgangsstufe 1 sowie 16 Stunden in der Jahrgangsstufe 2. Dieser Stundenpool kann von jeder Lehrkraft eigenverantwortlich unter Berücksichtigung der Bedürfnisse und Interessen der Schülerinnen und Schüler für Wiederholungen und Vertiefungen, für Maßnahmen der individuellen Förderung, wie z. B. Lernstandsdiagnose, Feedback und Coaching, für Maßnahmen des Classroom managements, der Beziehungsgestaltung, zur Verbesserung des Wohlbefindens sowie für Projekte genutzt werden. Der Stellenwert des Projektes ist im kompetenzorientierten Unterricht hoch. Dementsprechend werden im Bildungsplan für jedes Schuljahr Projektthemen vorgeschlagen. Diese sind jedoch nicht verpflichtend, es können stattdessen auch eigenständig gewählte biologische und fächerübergreifende Themen bzw. Fragestellungen für die Umsetzung als Projekt gewählt werden. Die Vorbemerkungen des Bildungsplans geben Informationen zum Stellenwert des Faches innerhalb des schulischen Bildungs- und Erziehungsauftrages.

Vgl. <https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/subject: Bildungsstandards im Fach Biologie für die allgemeine Hochschulreife;> vgl. Vorbemerkungen BP Biotechnologie, vgl. Stanat&Pant\_2010\_ externe Leistungsfeststellung

## 1.2 Erläuterungen zur unterrichtlichen Umsetzung der Kompetenzorientierung

Kompetenzorientierung bzw. der Literacy-Ansatz in der Bildung (OECD, 2010) bedeutet, dass sich die in der Schule erworbenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in authentischen Situationen bewähren müssen. Auch in Folge der Ergebnisse internationaler Schulleistungstests (TIMMS, PISA) wurden in den letzten 20 Jahren verschiedene Konzepte des kompetenzorientierten Fachunterrichts entwickelt, z. B. Biologie im Kontext. In diesen wird der Fokus stark und direkt auf die Lernprozesse und -ergebnisse der Schülerinnen und Schüler gerichtet. Das aktive, eigenständige Erschließen und Bearbeiten von Zusammenhängen und Situationen, verbunden mit Maßnahmen der kognitiven Aktivierung, der inhaltlichen Strukturierung und der möglichst individuellen Begleitung und Unterstützung durch die Lehrperson, stehen im Vordergrund. Von Bedeutung sind dabei Diagnose- und Beurteilungsinstrumente (z. B. Analyse der Vorkenntnisse BPE 4.3) und die Entwicklung einer Rückmeldekultur unter den Lernenden selbst wie auch zwischen Lehrenden und Lernenden. Den Schülerinnen und Schülern stehen Strategien zur Verfügung, mit deren Hilfe sie ihr Denken und Tun überwachen, steuern und einschätzen können (metakognitive Strategien, z. B. Projekthandbuch, Material zum Gewässerprojekt, Kapitel 4).

In der Konzeption und Durchführung kompetenzorientierten Unterrichts sind daher die situative Rahmung und die Vernetzung der Fachinhalte, Problemorientierung und kognitiv aktivierende Unterrichts- und Lernmaterialgestaltung von großer Bedeutung.

Die situative Rahmung der Inhalte sowie die problemorientierte Unterrichtsgestaltung tragen entscheidend zur Vermeidung der Anhäufung „trägen“ Wissens durch die Schülerinnen und Schüler bei. Im Rahmen der vorgestellten Umsetzungsbeispiele wurde versucht, diese beiden Unterrichtsprinzipien sowie die Basisdimension „kognitive Aktivierung“ zu konkretisieren. So werden z. B. die Inhalte der BPE 2.2 situativ in den Kontext Brandrodung im Amazonas und hitzebedingte Waldbrände in Australien gestellt. Die biologischen Fachkenntnisse lassen sich damit an aktuelle und für die Schülerinnen und Schüler zugängliche Phänomene wie z. B. Bedeutung des Klimawandels, Biodiversität etc. anbin-

den. Eine ähnliche Anbindung erfolgt in der BPE 7.8, in der das erworbene Wissen über Impfungen in einer inszenierten Diskussion mit Impfkritikern angewendet wird. Hier werden die fachbezogene Kommunikations- und die Bewertungskompetenz geschult. Umsetzungsmöglichkeiten des unterrichtlichen Prinzips „Problemorientierung“ und der Basisdimension „kognitive Aktivierung“ sind z. B. in den beiden vorgestellten Bildungsplaneinheiten 2.2 und 4.3 anhand des Unterrichtsmaterials zur Entwicklung verschiedener Experimente in den Themenbereichen Fotosynthese bzw. Neurobiologie vorgestellt. Im Rahmen der BPE 4.3 sind die Schülerinnen und Schüler gefordert, mit Hilfe ihrer Vorkenntnisse und evtl. abgestufter Hinweise und Materialien das Problem des Nachweises und des Zustandekommens des Ruhepotenzials an der Nervenzellmembran zu lösen und zu erklären.

Die Anforderungen an kognitiv aktivierende Lernaufgaben und Problemstellungen wurden in der pädagogischen und didaktischen Fachliteratur der letzten Jahre umfassend beschrieben. Zur Ermittlung des kognitiven Potenzials von Aufgaben stellten Maier, Kleinknecht, Metz & Bohl 2010 das in Tabelle 1 dargestellte fächerunabhängige Kategoriensystem vor.

*Tabelle 1: Überblick über das allgemeindidaktische Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben (Maier, U. et.al., 2010)*

<b>Dimension</b>	<b>steigende Ausprägung von links nach rechts</b>			
<b>Wissensart</b>	Fakten	Prozeduren	Konzepte	Metakognition
<b>kognitiver Prozess</b>	Reproduktion	naher Transfer	weiter Transfer	Problemlösen
<b>Wissenseinheiten (WE)</b>	eine WE	bis zu 4 WE		mehr als 4 WE
<b>Offenheit</b>	definiert/ konvergent	definiert/ divergent	ungenau/ divergent	
<b>Lebensweltbezug</b>	kein	konstruiert	authentisch	real
<b>sprachlogische Komplexität</b>	niedrig	mittel		hoch
<b>Repräsentationsformen</b>	eine	Integration		Transformation

Dies bedeutet, dass Aufgaben bzw. Problemstellungen mit hohem Potenzial zur kognitiven Aktivierung möglichst real situiert sind, von den Lernenden konzeptionelles Denken und Nachdenken über den Lösungsprozess erfordern und die konstruktive Anwendung gelernten Wissens auf neue Aspekte oder unbekannte Probleme verlangen. Das Potenzial der Aufgabe ist umso höher, je weniger genau definiert ist, von welchen Informationen, Daten und Begriffen die Lösung ausgehen muss und je lösungsoffener die Aufgabe ist. Die Schülerinnen und Schüler benötigen mehrere Wissenseinheiten, evtl. auch länger zurückliegendes Wissen, um die Aufgabe zu lösen. Die Sprachkomplexität kognitiv

aktivierender Aufgaben ist hoch, d. h. der Aufgabentext gibt wenig Hinweise auf den Lösungsweg. Aufgaben, die den Lernenden die Übertragung von Informationen in eine andere Form der Darstellung, z. B. Text in Grafik, abverlangen, eignen sich ebenfalls gut zur kognitiven Aktivierung (vgl. Maier et al. 2010, S. 86-90).

*Literatur:*

- Adamina, Marco: Lehr- und Lernmaterialien im kompetenzorientierten Unterricht - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 32 (2014) 3, S. 359-372 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-138752
- Baumert, J. (1999). Befunde der internationalen Leistungsvergleiche zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht und Fachdidaktische Konsequenzen. In J. u. Ministerium für Kultus, Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (S. 11-20). Waiblingen: Druckhaus Waiblingen.
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K. & Bohl, T. (2010). Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 28, S. 84-96.

## 2 Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien im Unterricht

### 2.1 Digitale Medien und Kompetenzorientierung oder wann ergibt sich aus dem Einsatz digitaler Medien ein Mehrwert?

Unterrichtsgestaltung ohne digitale Medien ist bereits seit vielen Jahren kaum mehr denkbar. Ein didaktischer Mehrwert ergibt sich durch digitale Medien im Unterricht in erster Linie durch deren Vergegenwärtigungs- und Kommunikationsfunktion.

**Vergegenwärtigungsfunktion** bedeutet, einen Effekt zu erzeugen, durch den Abwesendes oder nicht Sichtbares präsent wird. Im einfachsten Fall geschieht das durch die Präsentation eines Bildes oder einer Grafik. Nach der Theorie der Doppelcodierung (Paivio, 1986), erhöht die Kombination verbaler und nonverbaler Codierung, also Text bzw. Vortrag mit Bild etc., die Lerneffekte. Diese Aspekte des Medieneinsatzes sind zwar nicht neu, jedoch bieten digitale Medien einfache und effektvolle Möglichkeiten der praktischen Umsetzung der Vergegenwärtigungsfunktion. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist z. B. die Aufnahme, Präsentation und Sicherung von lichtmikroskopischen Bildern der von den Schülerinnen und Schülern erzeugten Präparate wertvoll und gelingt in zufriedenstellender Qualität bereits mit dem Smartphone. Messwerterfassung und -darstellung in der Durchführung und Auswertung von Experimenten sind weitere fachbereichsspezifische Beispiele.

Für die unterrichtliche Umsetzung der Kompetenzorientierung mit den Anforderungen Problemorientierung, kognitiven Aktivierung, situativen Rahmung und Verknüpfung von Lerninhalten, bieten digitale Medien vielfältige Möglichkeiten. Diese können zur Gestaltung und Präsentation von Lerninhalten, im Rahmen einer direkten Instruktion, z. B. in der Konfrontations- und Problemfindungsphase oder auch in der Konsolidierungsphase des Unterrichts genutzt werden und reichen beispielsweise vom bildgestützten Vortrag über, von der Lehrkraft oder den Schülerinnen und Schülern selbst erstellten, Erklärvideos bis hin zum Einsatz von virtuell- bzw. augmented reality tools, wie z. B. VR-Brillen.

Digitale Medien erleichtern Lehrkräften das Design, die Ermöglichung und die Anleitung kognitiver und sozialer Prozesse zur Erzielung persönlich bedeutsamer und didaktisch sowie mathematisch wertvoller Lernresultate. So können Schülerinnen und Schüler im Unterricht z. B. zelluläre oder molekulare Strukturen als Modell oder Bild konstruieren und damit mittels digitaler Techniken Prozessabläufe virtuell darstellen. Die Entwicklung und Konzeption von Experimenten kann digital simuliert werden um anschließend in die Laborrealität umgesetzt zu werden.

Bei der **Kommunikationsfunktion** geht es darum, Medien dort einzusetzen, wo Kommunikationspartner zeitlich und/oder räumlich nicht anwesend sind. Auch hier bieten digitale Medien vielfältige Möglichkeiten, um z. B. weit voneinander entfernt wohnenden Schülerinnen und Schülern die kooperative Arbeit an Arbeitsaufträgen, Projekten, Seminararbeiten etc. von zuhause aus zu ermöglichen. Digitale Foren ermöglichen das Stellen und Beantworten von Fragen, die z. B. in häuslichen Lernphasen auftreten. Das digitale Bearbeiten von Aufgaben und Tests gibt der Lehrkraft schnell und einfach zu handhabende Möglichkeiten für individuelles Feedback und damit zur individuellen Förderung der Schülerinnen und Schüler.

## 2.2 Tools für die digitale Literacy

### 2.2.1 OFFICE-PROGRAMME

Ergebnisse, die im Rahmen von Experimenten erhalten werden, müssen, entsprechend der naturwissenschaftlichen Vorgehensweise, zunächst dokumentiert, dann analysiert und zuletzt präsentiert werden. So kann der beschreibende Teil eines Protokolls mit einem Textverarbeitungsprogramm erstellt werden. Mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erfasste Daten können analysiert und grafisch aufbereitet werden. Hier ergeben sich direkte Verknüpfungen zu den Schulfächern Deutsch und Mathematik. Zuletzt können die aus den Ergebnissen gewonnenen Erkenntnisse in einer ansprechenden, verständlichen und kompakten Form präsentiert werden (Präsentationssoftware, Postererstellung, digitale Pinnwand). Mit dieser Vorgehensweise erlernen und professionalisieren die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit Office-Programmen, wobei die so erworbene Kenntnis eine Schlüsselqualifikation in der heutigen Berufswelt darstellt und unverzichtbar ist.

### 2.2.2 INTERNETRECHERCHE

Die Nutzung von Internetquellen zur Informationsbeschaffung gehört zur Lebenswelt der jungen Erwachsenen. Heute besteht das Problem jedoch nicht in der bloßen Informationsbeschaffung, sondern darin, verfügbare Informationen nach dem Kriterium der Validität zu filtern. Verlässliche Quellen zu kennen und zu identifizieren, wird eine immer größer werdende Herausforderung, da in der Anonymität des Internet jeder (ob qualifiziert oder nicht) zu jedem Thema seine Meinung, Beobachtung oder Erkenntnis äußern und verbreiten kann. Für die Schülerinnen und Schüler ist es daher wichtig, evidenzbasierte Erkenntnis von der freien Meinungsäußerung unterscheiden zu können. Durch im Unterricht erteilte Rechercheaufträge zu neuen Themen oder zur Vertiefung können verschiedene, z. T. sehr spezielle, Datenbanken und andere Informationsquellen kennengelernt und der Umgang damit erlernt werden. Für den biotechnologischen Sektor bieten beispielsweise NCBI, EBI, UniProtKB und

BRENDA wertvolle Möglichkeiten der Informationsbeschaffung. Da die Quellen zum Teil in englischer Sprache verfasst sind, bietet dies auch ein gutes Training der (Fremd-)Sprachenkompetenz.

## 2.3 Digitale Tools zur Unterrichtsgestaltung

### 2.3.1 VIDEOS/ERKLÄRVIDEOS/INTERAKTIVE TOOLS

Erklärvideos können sowohl von Lehrkräften als auch von Schülerinnen und Schülern erstellt sowie von einschlägigen Anbietern (z. B. Landesmedienzentrum, YouTube, etc.) bezogen werden. Von Lehrkräften erstellte Videos finden ihren Einsatz z. B. im flipped classroom, im distance learning oder in der individuellen Nachbereitung und Konsolidierung der Lerninhalte durch die Schülerinnen und Schüler. Sie sind eine gute Möglichkeit, Fachwissen außerhalb der Schule zu den Lernenden zu transportieren, um anschließend im Präsenzunterricht dieses Wissen anhand von problemhaltigen Lernsituationen zu vertiefen. Sie können zudem zur individualisierten Lernzeitgestaltung im Präsenzunterricht eingesetzt werden. Des Weiteren können Erklärvideos für den Einstieg in ein Unterrichtsthema, die Erarbeitung oder zur Wiederholung von Bildungsplaninhalten verwendet werden. Kurze Videobeiträge zu aktuellen Themen, die einen Bezug zu einem bestimmten Unterrichtsthema haben, können für die Schülerinnen und Schüler sehr motivierend sein. Die Videoproduktion mittels verschiedener Techniken durch die Schülerinnen und Schüler, z. B. zur Visualisierung biologischer Prozesse, bietet vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung kompetenzorientierter und kognitiv aktivierender Arbeitsaufträge.

- **StopMotion-Videos/Legetechnik-Videos**

Erstellen von StopMotion- oder Legetechnik-Videos zur Veranschaulichung biologischer Abläufe. Dazu werden Modelle und/oder Abbildungen konstruiert, die anschließend zur Darstellung biologischer Prozesse genutzt werden. StopMotion bedeutet, dass der Film durch die Aufnahme vieler Einzel fotografien entsteht (wie eine Art Daumenkino). In der Legetechnik werden Modelle, Bilder und kurze Texte in den Filmausschnitt geschoben und wieder daraus entfernt. **Erklärvideos mit Explain Everything oder verschiedenen Notierapps**

Erstellen eines Erklärvideos mit der App Explain Everything oder mit Notierapps wie GoodNotes, OneNote, Notability, etc.. Diese Apps können wie ein Whiteboard verwendet werden. Es können pdf-Dateien, Bilder, Videos, Grafiken etc. importiert und in die Erklärungen einbezogen werden. Mittels Screencast können alle Vorgänge auf dem Whiteboard aufgezeichnet und später zum Erklärvideo geschnitten werden. Apps mit Whiteboard-Funktion eignen sich auch gut für frontale Phasen im online-Unterricht bzw. distance learning. Beim Thema Fotosynthese können z. B. Experimente der Schülerinnen und Schüler gefilmt, die Videos in die Notierapp importiert und anhand der Versuchskonzeptionen und –ergebnisse z. B. die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von Umweltbedingungen erklärt werden. **Browserbasierte Whiteboards für kooperatives Lernen, z. B. Conceptboard**

Siehe Kapitel 2.3.4

- **Interaktive Arbeit mit Lernvideos mittels H5P, auch in Moodle**

H5P ist eine freie und quelloffene Software für die Erstellung interaktiver (Lern)-Inhalte. Zu den bereits verfügbaren Inhaltsformen zählen z. B. Videos oder Präsentationen mit eingebetteten Quiz-Aufgaben verschiedenster Art, Zeitstrahlen oder ein Memory-Spiel.

In der Lernplattform Moodle ist H5P als Aufgabentyp bereits integriert.

### **2.3.2 APPS FÜR DIE ERSTELLUNG VON KONSOLIDIERUNGSMATERIAL**

KAHOOT!:

Spielerischer Wettbewerb unter Schülerinnen und Schülern. Kahoot! wird von Lehrerinnen und Lehrern benutzt, um Schülerinnen und Schüler zu motivieren, den Unterrichtsstoff zu lernen. Es schafft einen spielerischen Wettbewerb unter den Mitspielern. Fragen und mögliche Antworten werden vorgegeben. Die Schülerinnen und Schüler müssen so schnell wie möglich auf die richtige Antwort klicken. Für eine richtige Antwort erhalten die Schülerinnen und Schüler Punkte. Kahoot! eignet sich, um Schülerinnen und Schüler am Ende einer Einheit zu motivieren, Erlerntes zu üben.

LEARNINGAPPS

Unter [www.learningapps.org](http://www.learningapps.org) kann man entweder bereits vorhandene elektronische Übungen zu einem Thema verwenden oder eine eigene Übung entwerfen. Es können verschiedene Apps mit unterschiedlichen Aufgaben z. B. Multiple-Choice, Paare bilden, Reihenfolgen, Lückentexte und Kreuzworträtsel usw. erstellt werden. Außerdem kann eine Klassengruppe mit Schülerkonten einrichten. Durch dieses Tool kann man sehen, ob und wann die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe richtig gelöst haben. Beispiele siehe BPE 1, 7, 10 und 13.3, 13.4.

### **2.3.3 MÖGLICHKEITEN IN MOODLE (EINE AUSWAHL)**

MOODLE-WIKI

Die Lehrkraft erstellt einen grundlegenden Text zu einem Thema, in dem wichtige Fachbegriffe als Link eingetragen werden. Die Schülerinnen und Schüler schreiben zu den Links wieder erklärende Texte, so entsteht ein Wiki der Klasse zum Thema. Es wird erkennbar: Wer an welchen Begriffen gearbeitet hat, Versionen lassen sich nachverfolgen. In Moodle-Wiki können auch Bilder und Filme in die Texte integriert werden.

MIND-MAP

Nach demselben Prinzip wie Moodle-Wiki kann die Lehrkraft (oder auch Schülerinnen oder Schüler) eine Grundstruktur anlegen, die dann nach den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler erweitert werden kann.

#### SCHATZSUCHE

Die Lehrkraft kann in Moodle eine Art Schnitzeljagd/Escape room für draußen oder für eine Internetrecherche erstellen. Die richtige Lösung einer fachlichen Aufgabe führt jeweils zum nächsten Spielepunkt und am Ende zum Schatz/zur Lösung.

Moodlewiki, Mind-Map und Schatzsuche sind sehr gute Tools, um im Distance Learning/Flipped Classroom ein kooperatives Arbeiten zu ermöglichen.

#### QUIZ/TEST

Die Lehrkraft kann verschiedene Typen von Testaufgaben erstellen. Möglichkeiten sind: Multiple Choice, Lückentext, Bilder und Text zu einem Bild zuordnen, Filme durch Fachworte an der richtigen Stelle ergänzen usw., aber auch komplexe Aufgaben, die das freie Formulieren von Antworten erfordern. Die Schülerinnen und Schüler können die Tests zu Übungszwecken absolvieren, wobei sofort nach Beendigung der Aufgaben die Korrekturen eingeblendet werden, die Schülerinnen und Schüler daher unmittelbar ein Feedback erhalten. Lediglich bei den Freitextaufgaben ist eine Korrektur durch die Lehrkraft nötig. Mit diesem Tool können jedoch auch Klassenarbeiten geschrieben werden.

#### H5P

Siehe Kapitel 2.3.1

#### AUFGABEN

In Moodle können Aufgaben verschiedener Arten direkt erstellt werden oder in Form von Dateien an die Schülerinnen und Schüler verteilt werden. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Antworten (Text, Bilder, Filme etc.) in den Aufgabenbereich hochladen oder direkt in einem Moodle-Feld antworten. Die Korrektur der eingereichten Lösungen kann von der Lehrkraft direkt in Moodle erfolgen und wird an die Schülerinnen und Schüler weitergeleitet. Damit ist ein sehr effizientes und individuelles Feedback an die Schülerinnen und Schüler möglich.

#### FEEDBACK

Mit diesem Tool können Umfragen oder Evaluationsformulare angelegt werden, es stehen verschiedene Fragetypen zur Verfügung. Die Umfragen können personenzugeordnet oder anonym ausgefüllt werden und werden direkt ausgewertet. Die Auswertung kann als Datei exportiert werden. Dieses Tool eignet sich hervorragend, um Schülerinnen- und Schüler-Feedback zum Unterricht einzuholen.

#### FORUM

Das Tool Forum bietet allen Kursteilnehmerinnen und -teilnehmern die Möglichkeit Fragen zu formulieren und zu beantworten. Die Fragen können thematisch sortiert werden. Nutzen die Schülerinnen und Schüler das Forum regelmäßig, kann die Lehrkraft sehr gut die Entwicklung des Kenntnisstandes der Schülerinnen und Schüler beobachten. Die Lehrkraft erhält dadurch ein Feedback zur Wirksamkeit des Unterrichts und kann Denkfehler bzw. Fehlentwicklungen im Lernprozess schnell erkennen.

#### **2.3.4 BROWSERBASIERTE, KOSTENLOSE TOOLS FÜR KOOPERATIVES ARBEITEN, FEEDBACK EINHOLEN, BRAINSTORMING UND FRAGEN EINREICHEN**

##### **MENTIMETER**

Mentimeter ist ein Tool, mit dem sehr einfachen Präsentationen zur Erhebung und sofortiger Visualisierung von Vorwissen, Ideen, Meinungen, Feedback, etc. in einem Auditorium (Klasse, Vortragspublikum...) durchgeführt werden können. Die App ist registrierungspflichtig für den/die Vortragende/n, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer können über einen generierten Link oder QR-Code mit Smartphone, Tablet oder Laptop direkt auf die Umfrage zugreifen, ohne registriert zu sein. Das bekannteste Visualisierungsergebnis von Mentimeter ist die Wortcloud, die sich sehr gut z. B. für ein einfaches Brainstorming zur Erhebung von Vorkenntnissen zu einem Thema nutzen lässt.

##### **FRAG.JETZT**

Mit frag.jetzt können Lehrkräfte/Vortragende anonym Fragen zu einem Thema, Vortrag, Unterrichtssequenz aus dem Publikum einholen. Dazu werden lediglich auf der Benutzeroberfläche der App ein Zahlencode und ein QR-Code generiert, eine Registrierung ist nicht erforderlich. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer können damit über alle digitalen Endgeräte auf die Eingabeseite der Fragen zugreifen, Fragen anonym und schriftlich formulieren und auch ranken. Die Lehrkraft kann dadurch nicht nur erkennen, welche Aspekte des Themas noch ungeklärt sind, sondern auch, wie verbreitet die Frage in der Zielgruppe ist. Anhand der Qualität der Fragen können auch Rückschlüsse auf die bisher erreichte Verarbeitungstiefe gezogen werden. Durch die Anonymität wird auch zurückhaltenden und ängstlichen Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten Fragen einzureichen; die Notwendigkeit der schriftlichen Formulierung der Fragen führt häufig zu einer höheren Präzision der Fragestellungen.

##### **BROWSERBASIERTE WHITEBOARDS FÜR KOOPERATIVES LERNEN, Z. B. CONCEPTBOARD, MURAL**

Kooperative Arbeitsphasen in der Bearbeitung von Hausaufgaben, Projektaufträgen oder GFS-Vorbereitungen scheitern häufig an der großen Distanz zwischen den Wohnorten der Schülerinnen und Schüler. Eine gemeinsame Arbeit an Dateien und Aufgaben ist über browserbasierte Whiteboards möglich. Conceptboard bietet der Lehrkraft die Möglichkeit, Arbeitsaufträge und Arbeitsmaterial wie Bilder auf dem Whiteboard zu hinterlegen. Alle angemeldeten Schülerinnen und Schüler können gleichzeitig oder zeitversetzt darauf zugreifen und die Aufgabe gemeinsam bearbeiten. Durch die Kombination mit einem Video-Konferenztool können die Schülerinnen und Schüler dabei auch diskutieren.

##### **PROJEKTMANAGEMENT-TOOLS, Z. B. TRELLO-BOARD**

Methoden des (agilen) Projektmanagements sind heute in der Mehrzahl der Berufe und bereits in vielen Studiengängen Standard. Ihr Einsatz bei schulischen Projekten ist damit zum einen eine gute Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf Studium und Beruf und zum anderen eine Hilfe für Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte zur gewinnbringenden Organisation und Umsetzung von Projekten. Projektmanagement-Tools, wie z. B. Trello, bieten die Möglichkeit, verschiedene Methoden zur Orga-

nisation von Projekten, wie z. B. das Taskboard, online anzuwenden und damit auch von Zuhause aus abrufen und bearbeiten zu können.

#### MINNIT, FEEDBACKTOOL DES LANDESMEDIENZENTRUMS

Lehrkräfte können sich unter <https://anmeldung.minnit-bw.de/> für die Verwendung von minnit registrieren. Mit minnit bietet das Landesmedienzentrum Baden-Württemberg (LMZ) im Auftrag des Kultusministeriums ein werbefreies und datenschutzkonformes Umfragetool für Schulen.

Die webbasierte Anwendung macht es Lehrkräften einfach, schnell, intuitiv und mit geringem Aufwand kurze Umfragen zu erstellen. Sie lässt sich ohne Installation aus dem Internetbrowser heraus starten und läuft auf praktisch allen Smartphones, Tablets oder Computern. Mit wenig technischem Aufwand können große Gruppen Fragen beantworten und gemeinsam auf Grundlage der Antworten diskutieren. So können Lernende den Unterricht mitgestalten. Sie scannen einfach mit einem Endgerät einen QR-Code und gelangen direkt zur Umfrage. Alternativ kommen sie auch per Link dorthin.

Das Design der Umfragen ermöglicht der Lehrkraft die Anlage von Antworten in Form von Einfach- und Mehrfachauswahl, richtig/falsch, einem Freitext oder einem Lückentext. Die Auswertung kann dann sofort gemeinsam live betrachtet und mit der Klasse diskutiert werden.

#### 2.3.5 VIRTUAL/AUGMENTED REALITY-TOOLS

Augmented und virtual reality tools bieten die Möglichkeit, Räume und 3-dimensionale Objekte virtuell darzustellen und/oder zu betrachten. Mit einfachen Apps wie z. B. AR Anatomy 4D+ oder Complete Anatomy 2021 können menschliche Körperstrukturen und Gewebe 3-dimensional und in Funktion dargestellt werden. Mit dem Merge Cube, einem Schaumstoffwürfel, der als optischer Trigger fungiert, können Hologramme in der Hand erzeugt und physische Objekte überlagert werden. Der Merge Cube ist auch als ausdrückbare PDF-Vorlage erhältlich. Weiterhin benötigt man ein Smartphone oder ein Tablet, um sich die Merge Cube Apps downzuloaden. Der Würfel wird ausgedruckt und zusammengebastelt. Mittels VR-Brillen und entsprechender Software wie z. B. <https://stories360.org/> können (selbst erstellte) Bilder verwendet werden, um biologische Vorgänge (Proteinbiosynthese etc.) als erzählte und 3-dimensional dargestellte Geschichten zu gestalten und zu betrachten.

### 3 Umsetzungsbeispiele

#### 3.1 Zellen als selbsterhaltende biochemische Funktionseinheiten. Fotosynthese und Zellatmung als Komplementärvorgänge (BPE 2.2)

##### 3.1.1 UNTERRICHTSVERLAUFSPLAN DER BPE 2.2

DAUER MIN	LERNZIELE ANGESTREBTES ERGEBNIS, GEPLANTE SCHÜLERAKTIVITÄT	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN
5	Aus der Präsentation z. B. der Brände im Amazonasgebiet oder in Australien leiten die Schülerinnen und Schüler die Frage nach der Bedeutung der Pflanzen/Wälder für den Menschen ab Problemstellung: Warum ist es für den Menschen/tierische Organismen lebensbedrohlich, wenn die pflanzliche Biomasse abnimmt?	<b>Konfrontationsphase</b> Bedeutung der pflanzlichen Biomasse für das Leben auf der Erde	Abbildung z. B. der Brandrodung der Regenwälder, Brände in Australien
10	Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Hypothesen zur Problemstellung	<b>Übergang</b> Pflanzen als Sauerstofflieferanten Pflanzen als Nährstofflieferanten klimaregulatorischer Einfluss pflanzlicher Biomasse Lebensraum für Tiere, Ökosystem	
30 – 135	Die Schülerinnen und Schüler leiten aus der Entwicklung von Experimenten, der Vorhersage der Ergebnisse und/oder der Auswertung der Versuchsergebnisse den komplementären Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung ab. Sie benennen Pflanzen als autotrophe und Tiere als heterotrophe Organismen.	<b>Erarbeitungsphase</b> Beispiele für Versuche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realexperiment mit Kerze und Pflanze entwickeln, durchführen und auswerten</li> <li>• Experiment von Priestley und de Lavoisier unter Verwendung von Modellbausteinen entwickeln und die Ergebnisse vorhersagen</li> <li>• Bildliche Darstellung der Experimente von Priestley und de Lavoisier und deren Ergebnisse analysieren und auswerten</li> </ul> Möglichkeit zur Lernzeitgestaltung mit individueller Förderung	01_AB_1_Fotosynthese_Priestley_BPE_2_2 oder Abbildung, die die Versuchsergebnisse Priestleys veranschaulicht  oder Film z. B. „Welt der kleinsten Teilchen“ aus den Kreismedienzentren
15	Schülerinnen und Schüler deuten die Versuchsergebnisse und formulieren eine zusammenfassende Aussage.	<b>Diskussion/Ergebnissicherung</b> Pflanzen produzieren einen oder mehrere Stoffe, die die Kerze zum Brennen bzw. das Tier zum Leben brauchen. Ohne die Pflanze geht die Kerze im abgeschlossenen Raum aus bzw. stirbt das Tier. Pflanzen machen die „verbrauchte Luft“ wieder „frisch“.	

15	Schülerinnen und Schüler leiten aus den Versuchsergebnissen die Frage ab, worum es sich bei der „verbrauchten“ und „frischen“ Luft bzw. der produzierten und verbrauchten Stoffe handelt und welche Prozesse den Ergebnissen zugrunde liegen. Sie bilden Hypothesen.	Die Prozesse Atmung und Fotosynthese sowie die Stoffe Sauerstoff und Kohlendioxid werden als Hypothesen benannt und der Zusammenhang wird in einem vereinfachten Schema visualisiert. Prinzip des Stoffkreislaufs	
90 – 270	Schülerinnen und Schüler prüfen die Hypothesen, indem sie aus einfachen Experimenten die Edukte und Produkte der Fotosynthese ableiten. Sie planen Experimente, führen diese durch und beantworten die Fragestellung mit Hilfe der Ergebnisse.	<b>Erarbeitungsphase</b> <b>Beispiele für Versuche:</b> Versuche mit <i>Eloдея sp.</i> : Nachweis des Sauerstoffs als Produkt mit Glimmspanprobe, Indigocarmin oder <b>Bläschenzählmethode</b> , Nachweis des Edukts CO <sub>2</sub> durch Versuche mit CO <sub>2</sub> -freiem Wasser Stärkenachweis in Blättern  Nettogleichung der Fotosynthese auf Stoffebene	02_AB_2_Fotosynthese_Sauerstoffnachweis_Indigocarmin_BPE_2_2 (GBU Sauerstoffnachweis_Indigocarmin)  03_AB_3_Fotosynthese_Sauerstoffnachweis_Blaeschenzaehlmethode_BPE_2_2  04_AB_4_Fotosynthese_Stärkenachweis_Lugol_BPE_2_2
10	Schülerinnen und Schüler entwickeln die Frage nach der Energiequelle für die Stoffumwandlungen in der Fotosynthese und formulieren eine entsprechende Hypothese.	Licht als Energiequelle	
	Schülerinnen und Schüler erweitern das Experiment zum Stärkenachweis und leiten aus den Ergebnissen die Notwendigkeit des Lichts als Energiequelle für die Stärkebildung und damit für die Fotosynthese ab.	Experiment zum Stärkenachweis mit belichteten und unbelichteten Blättern  Nettogleichung der Fotosynthese mit Lichtenergie.	04_AB_4_Fotosynthese_Stärkenachweis_Lugol_BPE_2_2
30	Schülerinnen und Schüler entwickeln aus den bisherigen Arbeitsergebnissen die Nettogleichung der Zellatmung als Komplementärvorgang zur Fotosynthese. Sie leiten aus den beiden Stoffwechselfvorgängen die Bezeichnungen autotroph und heterotroph für Pflanzen und Tiere ab.	Nettogleichung der Zellatmung Pflanzen als autotrophe und Tiere als heterotrophe Organismen Diskussion der Frage nach der biologischen Bedeutung der beiden Vorgänge für die Pflanzen.	

---

		<b>Konsolidierungsphase</b>	Lernzielliste mit passenden Übungsaufgaben
--	--	-----------------------------	--

### 3.1.2 DIDAKTISCHE HINWEISE

Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente mit Protokoll/Postergestaltung eignen sich auch für die Einbindung in ein Projekt oder als gleichwertige Feststellung von Schülerleistungen (GFS).

### 3.1.3 ARBEITSMATERIALIEN / AUFGABEN

Unterrichtsmaterialien sowie entsprechende Lösungen zur Bildungseinheit finden sich im Anhang. Im Lösungsteil bzw. in den Präsentationen sind außerdem teilweise „Hinweise für die Lehrkraft“ und „Ergänzende Hinweise“ vermerkt. Diese beinhalten methodische und organisatorische Tipps und Alternativen zur Umsetzung.

### 3.2 Neurobiologie des Lernens: Informationen im Nervensystem als Änderung von Membranpotenzialen (BPE 4.3)

#### 3.2.1 UNTERRICHTSVERLAUFSPLAN DER BPE 4.3

DAUER MIN	LERNZIELE ANGESTREBTES ERGEBNIS, GEPLANTE SCHÜLERAKTIVITÄT	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN
45	<p>Aus der Information, dass sich die Aktivität der Nervenzellen als EEG sichtbar machen und nachweisen lässt, leiten die Schülerinnen und Schüler ab, dass Spannung bzw. elektrische Potenziale als Informationsträger im Nervensystem dienen.</p> <p>Sie aktivieren ihr Vorwissen zu den physikalischen und chemischen Grundlagen elektrischer Potenziale sowie zu Bau und Funktion der Biomembran.</p>	<p><b>Konfrontationsphase I und Reaktivierung von Grundlagen</b></p> <p>Spannung bzw. Potenzial als Informationsträger im Nervensystem.</p> <p>Ionen als Ladungsträger, elektrisches Potenzial durch Ladungstrennung</p> <p>Bau und Funktion der Biomembran</p>	<p>01_Präsentation_Konfrontation_I_BPE_4_3</p> <p>02_AB_1_Selbstdiagnose_Vorkenntnisse_BPE_4_3</p>
15	<p>Schülerinnen und Schüler beschreiben mit Hilfe visueller Darstellungen einen Realversuch zur Ableitung des Membranpotenzials an den Riesenaxonen des Tintenfischs. Sie formulieren Hypothesen zu den zu erwartenden Versuchsergebnissen sowie zu den Ursachen/Voraussetzungen der messbaren Potentialdifferenz.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler werfen die Fragestellung der Ursachen des messbaren Membranpotenzials auf und formulieren Hypothesen.</p>	<p><b>Konfrontationsphase II</b></p> <p>Realversuch zur Ableitung des Ruhepotenzials an der Nervenzellmembran von Riesenaxonen.</p>	<p>03_Präsentation_Konfrontation_II_BPE_4_3</p>
90	<p>Schülerinnen und Schüler entwickeln einen Modellversuch, mit dessen Hilfe die Hypothesen zur Entstehung und zu den Voraussetzungen des Ruhepotenzials überprüft werden können. Sie wählen dazu aus einem Angebot Geräte sinnvoll aus und nutzen nach Bedarf die angebotenen abgestuften Hilfen.</p> <p>Sie parallelisieren ihren Modellversuch mit dem Realversuch zur Messung des Ruhepotenzials an der Nervenzellmembran von Riesenaxonen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler führen den Versuch durch und dokumentieren ihre Ergebnisse.</p>	<p><b>Erarbeitungsphase I</b></p> <p>Modellversuch mit der Gönnerkammer/U-Rohr, offenem Reaktionsrohr.</p> <p>Versuche mit Gaze als vollpermeabler Membran und kationenselektiven Membranen.</p>	<p>04_AA_1_Modellversuch_Ruhepotenzial_BPE_4_3</p> <p>Digitale Messwertfassung und -darstellung</p> <p>05_Ergebnisbeispiele aus dem Unterricht_BPE_4_3</p> <p>06_Ergebnisdarstellung in Excel_BPE_4_3</p>

45	Die Arbeitsgruppen präsentieren ihre Versuchskonzeption und ihre Ergebnisse auf phänomenologischer Ebene. Sie diskutieren die verschiedenen Versuchskonzeptionen und reflektieren deren Vor- und Nachteile.	<b>Präsentation, Diskussion und Ergebnissicherung I:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es entsteht eine Potenzialdifferenz, wenn ein Ionenkonzentrationsgradient an der Membran vorliegt</li> <li>• Ist zwischen Intra- und Extrazellularraum eine vollpermeable Membran, bildet sich die Potenzialdifferenz schnell zurück.</li> <li>• Bei einer kationenselektiven Membran bleibt die Potenzialdifferenz stabil.</li> </ul> Fachbezogene Kommunikationskompetenz Bewertungskompetenz	
60	Mit Hilfe modellhafter Darstellungen verschiedener Ionendiffusionssituationen erklären die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse der Modellversuche auf Teilchenebene. Sie ordnen dazu den verschiedenen Phasen des Potenzialverlaufs die passenden Diffusionssituationen zu und formulieren zu jeder Phase einen erklärenden Text.	<b>Erarbeitung und Ergebnissicherung II</b> Größenabhängige Diffusion der Kationen und Anionen entlang des Konzentrationsgefälles durch die Membran. Konzentrationsgradient, selektiv permeable Membran und Ladungstrennung als Voraussetzungen für die Entstehung des Ruhepotenzials.	07_AA_2_Auswertung_Erklärung_Ergebnisse_Modellversuch_Ruhepotenzial_BPE_4_3
	Unter Verwendung der prinzipiellen Erkenntnisse zur Entstehung von Potenzialdifferenzen an selektiv permeablen Membranen aus dem Modellversuch leiten die Schülerinnen und Schüler aus den Angaben der realen Konzentrationsverhältnisse und Ionenkanalzuständen die Entstehung des Ruhepotenzials ab.	<b>Erarbeitung und Ergebnissicherung III</b> Übertragung der im Modellversuch gewonnenen Erkenntnisse auf die realen Verhältnisse an der Nervenzellmembran. Herleitung der Entstehung des Ruhepotenzials.	08_AB_vom Modellversuch zur Realität_BPE_4_3
	Aus verschiedenen Ionenverteilungs- und Kanalpermeabilitätssituationen leiten die Schülerinnen und Schüler die zu erwartende Spannung ab und umgekehrt. Sie nutzen dazu ihre im Verlauf der Einheit erworbenen Kenntnisse zur Potenzialentstehung.	<b>Konsolidierungsphase</b>	09_AB_Konsolidierung_Übungen zum Membranpotenzial_BPE_4_3

### **3.2.2 FACHLICHE UND DIDAKTISCHE HINWEISE**

Die der Einheit zugrunde liegenden Inhalte der Neurobiologie sind für die Schülerinnen und Schüler nur zu verstehen, wenn entsprechende Basiskenntnisse der Chemie (Ionen), Physik (Potenzial) und Biologie (Bau und Funktion der Membran, Teilchenbewegung) zur Verfügung stehen. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist zu empfehlen, vor dem eigentlichen Beginn der Einheit den Schülerinnen und Schülern Material und Zeit für eine Wiederholung dieser Inhalte im Kontext der Neurobiologie zur Verfügung zu stellen (s. Konfrontationsphase I und Reaktivierung von Grundlagen).

Mit Hilfe des Modellversuchs erwerben die Schülerinnen und Schüler grundlegende Kenntnisse der Prinzipien der Potenzialentstehung aufgrund von Ionenwanderungen. Um ein vertieftes Verständnis der zum Ruhepotenzial führenden Prozesse zu ermöglichen, wird die Komplexität des Systems zunächst auf ein Ionenpaar didaktisch reduziert und im nächsten Lernschritt erweitert. Die Unterrichtseinheit deckt an verschiedenen Stellen alle vier Fachkompetenzbereiche der Biologie ab. Die vorgestellten Lernaufgaben sind in hohem Maße kognitiv aktivierend, da problemlösendes Denken gefordert ist und die Schülerinnen und Schüler mehrere Wissensseinheiten zur Lösung der Aufgaben heranziehen müssen. Die Sprachkomplexität der Aufgaben ist hoch, vor allem die Aufgabenstellung zur Entwicklung des Modellversuchs ist sehr offen. In allen Aufgaben sind die Schülerinnen und Schüler gefordert, Informationen zwischen verschiedenen Darstellungsformen zu transferieren.

### **3.2.3 METHODISCHE HINWEISE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DIGITALER MEDIEN**

Der Einsatz digitaler Medien bietet sich in dieser Einheit an. Eine digitale Messwerterfassung im Modellversuch ist zu empfehlen, da sich die Spannung nach Start des Experiments sehr schnell verändert. Die Messwerte können anschließend mit geeigneten Programmen wie z. B. Excel oder Numbers etc. grafisch dargestellt und damit die digitale Literacy der Schülerinnen und Schüler verbessert werden. Zur Vertiefung kann beim Thema Ruhepotential mit den Schülerinnen und Schülern eine Computersimulation zur Entstehung eines Membranpotentials in Abhängigkeit von Ionenkonzentrationen und Kanalpermeabilität durchgeführt werden: Dazu kann z. B. der Nernst-Goldman-Simulator der University of Arizona verwendet werden <http://www.nernstgoldman.physiology.arizona.edu/>

### **3.2.4 ARBEITSMATERIALIEN / AUFGABEN**

Unterrichtsmaterialien sowie entsprechende Lösungen zur Bildungsplaneinheit finden sich im Anhang. Im Lösungsteil sind außerdem teilweise „Hinweise für die Lehrkraft“ und „Ergänzende Hinweise“ vermerkt. Diese beinhalten methodische und organisatorische Tipps und Alternativen zur Umsetzung.

### 3.3 Positionierung in einer Diskussion über Schutzimpfungen (BPE 7.7 und 7.8)

#### 3.3.1 UNTERRICHTSVERLAUFSPLAN DER BPE 7.7 UND 7.8

DAUER MIN	LERNZIELE ANGESTREBTES ERGEBNIS, GEPLANTE SCHÜLERAKTIVITÄT	UNTERRICHTSPHASE, INHALT	MATERIAL, MEDIEN
5	Schülerinnen und Schüler werden anonym nach ihrer Einstellung zu Impfungen befragt.	<b>Konfrontationsphase I</b>	00_Umfrage_Impfung_BPE_7
5	Die Schülerinnen und Schüler werden anhand einer fiktiven Diskussion mit Argumenten konfrontiert, die gegen eine Impfung sprechen.	<b>Konfrontationsphase II</b> <b>Infotext:</b> Diskussion anlässlich der bevorstehenden HPV-Impfung eines Kindes – <b>Nebenwirkungen bei Impfungen</b>	01_AB_1_Nebenwirkungen_BPE_7_7
25	Schülerinnen und Schüler sammeln in Partner- oder Gruppenarbeit Nebenwirkungen von Impfungen (eigener Erfahrungsbereich, Internetrecherche) und gliedern diese nach Schweregrad in Impfreaktionen, -komplikationen und -schäden.	<b>Erarbeitungsphase</b>	02_IB_1_Nebenwirkungen_BPE_7_7, Internetrecherche
10	Die Schülerinnen und Schüler notieren das Ergebnis in Tabellenform.	<b>Ergebnissicherung</b> Tabellarisch gegliederte Übersicht über Nebenwirkungen von Impfungen	
15	Schülerinnen und Schüler werden mit Argumenten der Impfgegner konfrontiert, die über die bekannten Nebenwirkungen hinausgehen.	<b>Konfrontationsphase III</b> <b>Tatsächliche und spekulative Nebenwirkungen bei Impfungen</b>	Audiobeitrag von V. Wildermuth: 03_Audiobeitrag_HPV_Impfung_Japan – BPE_7_8 oder 04_IB_2_Impfkontraverse_BPE_7_8
30	Schülerinnen und Schüler recherchieren partnerweise oder in Kleingruppen zu Einwänden gegen Schutzimpfungen und notieren diese stichpunktartig.	<b>Erarbeitungsphase</b>	Internetrecherche, z. B. auf den Informationsportalen des RKI bzw. PEI
	Schülerinnen und Schüler notieren ihre Rechercheergebnisse stichpunktartig.	<b>Hausaufgabe</b> Schülerinnen und Schüler suchen weitere Argumente für/gegen eine Impfung.	
15	Schülerinnen und Schüler notieren die Argumente für und gegen Impfungen auf verschiedenfarbigen Moderationskarten (z. B. Einwände auf gelben, Antworten auf weißen) und hängen diese gegliedert an eine Moderationswand. Alternativ kann die Sammlung von Pro- und Contra-Argumenten digital, z. B.	<b>Erarbeitungsphase</b>  <b>Konsolidierungsphase</b>	Moderationskarten, Moderationswand, Pins oder Magnete, Stifte

	über eine digitale Pinnwand, erfolgen. Ergebnissicherung erfolgt z. B. durch Abfotografieren der Argumente.		
30	Schülerinnen und Schüler erarbeiten in Kleingruppen verschiedene Perspektiven für ein Rollenspiel. Sie notieren ihre Argumente stichpunktartig.	<b>Erarbeitungsphase</b>	05_AB_Impfdiskussion_Erarbeitung_BPE_7_8, 05a_IB_Aerztin_Impfstoffhersteller_BPE_7_8, 05b_IB_Impfgegner_BPE_7_
45	Schülerinnen und Schüler nehmen verschiedene Positionen in einer Diskussionsrunde ein. Sie tragen ihre Argumente schlüssig vor und stärken ihre Diskussionsfähigkeit.	<b>Rollenspiel</b> <b>Vertiefung und Sicherung von erarbeitetem Wissen</b>	06_AB_Impfdiskussion_Durchfuehrung_BPE_7_8
	Schülerinnen und Schüler reflektieren die aus dem Rollenspiel bekannten Argumente und entwickeln einen eigenen Standpunkt zur Impfung. Sie notieren das Ergebnis in Form eines ausformulierten Textes.	<b>Hausaufgabe</b>	07_AB_4_Impfempfehlung_BPE_7_8
40	Reflexion der Diskussion. Die Schülerinnen und Schüler überprüfen die Argumente der Impfkritiker auf deren naturwissenschaftlichen Gehalt gemäß dem Weg der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Sie setzen sich mit der Argumentationsweise auseinander und diskutieren diese.	<b>Diskussion, Feedback</b>	
5	Schülerinnen und Schüler werden erneut nach ihrer Einstellung zu Impfungen befragt.		00_Umfrage_Impfung_BPE_7

### 3.3.2 FACHLICHE HINWEISE

Die Infektion mit dem Humanen Papillom-Virus (HPV) sowie die Folgen, die sich für die Infizierten daraus ergeben, stellen den Ausgangspunkt für die BPE dar.

**Humane Papillom-Viren (HPV)** infizieren Epithelzellen der Haut oder Schleimhaut. Gelangen sie in Folge von kleinen Verletzungen an die basalen Stammzellen, so können sie in den befallenen Wirtszellen eine unkontrollierte Zellteilung auslösen, was u. U. zur **Entstehung von Tumoren** führt. Diese Wirkung kommt durch den Einfluss bestimmter Virusproteine auf die Tumorsuppressorproteine P53 bzw. das Retinoblastomprotein zustande und führt dazu, dass die Wirtszellen ihren Teilungszyklus nicht mehr ausreichend kontrollieren können.

Von HPV existieren mehr als 100 verschiedene Typen. Die sogenannten Low-Risk-Typen (z. B. HPV-6 und -11) rufen lediglich gutartige Tumore (Genitalwarzen) hervor, während die High-Risk-Typen (z. B. HPV-16 und -18) bösartige Tumore und bei Frauen Gebärmutterhalskrebs hervorrufen können. Bei

Low-Risk-Typen liegt die doppelsträngige Virus-DNA als ringförmige Episome frei im Zellkern der Wirtszellen vor, während sie bei den High-Risk-Typen ins Genom integriert wird.

Neue Viruspartikel werden aus den von den Basalzellen nachgebildeten, abgeschilferten Zellen der Oberhaut freigesetzt.

Eine HPV-Infektion bleibt oft unentdeckt, wenn nicht durch Genitalwarzen o. ä. äußerlich sichtbare Symptome auftreten, und heilt oft nach einigen Monaten von selbst aus. Ansonsten können Genitalwarzen z. B. operativ oder durch Laserbehandlung entfernt werden. Auch bei Gebärmutterhalskrebs werden die betroffenen Bereiche operativ entfernt, in fortgeschrittenem Stadium muss u. U. die Gebärmutter resektiert werden.

Die Entstehung von Krebs ist ein mehrstufiger Prozess, der mit einer Anhäufung von Mutationen und einer sukzessiven Veränderung der betroffenen Zellen einhergeht. Diese Veränderung manifestiert sich auch im morphologischen Erscheinungsbild der Zellen und kann mikroskopisch diagnostiziert werden. Die Diagnose wird möglich durch die Untersuchung von Zellen, die aus dem Gebärmutterhals abgestrichen werden (Pap-Test). Die morphologischen Veränderungen der Zellen werden nach Schewegrad gegliedert (CIN I bis III, cervikale intraepitheliale Neoplasien).

Der Mediziner Harald zur Hausen veröffentlichte 1983 einen Artikel, in dem er erstmals die Isolation von Erbsubstanz des HPV-16 in Gewebeproben von Patientinnen mit Gebärmutterhalskrebs beschrieb und damit die damalige Hypothese stützte, dass Virusinfektionen beim Menschen Krebs auslösen können. Daraus ließ sich die Überlegung ableiten, dass eine Impfung gegen HPV vor einer Infektion mit diesem Virus und damit vor der Entstehung von Gebärmutterhalskrebs schützt.

Da die Entartung von Zellen über mehrere Stufen erfolgt, ist eine HPV-Infektion nicht die einzige Ursache für die Entstehung von Gebärmutterhalskrebs. So machen vermutlich die meisten Menschen im Laufe ihres Lebens mehrere Infektionen mit HPV durch, ohne an Krebs zu erkranken. Weniger als ein Prozent der Frauen, die sich mit den High-Risk-Typen infizieren, erkrankt später an Gebärmutterhalskrebs. Ferner kann Gebärmutterhalskrebs auch durch andere Faktoren ausgelöst werden.

Da der Gebärmutterhalskrebs jedoch die vierthäufigste Krebserkrankung bei Frauen in Deutschland darstellt, wurde versucht, seine Genese über eine Impfung zu verhindern. Die Impfung von Mädchen gegen HPV wird in Deutschland seit 2007 von der STIKO (s. u.) empfohlen, für Jungen seit 2018. Die beiden Impfstoffe Gardasil® und Cervarix® enthalten jeweils rekombinante L1-Proteine aus dem Capsid verschiedener HPV-Typen, insbesondere der High-Risk-Typen HPV-16 und -18. Mittlerweile ist die Wirksamkeit der Impfung belegt (Rückgang von Genitalwarzen und Neoplasien) und die Verträglichkeit der Impfstoffe nachgewiesen, sofern die Impfung vor den ersten Sexualkontakten erfolgt.

Das deutsche **Infektionsschutzgesetz (IfSG)** regelt seit dem 1. Januar 2001 die gesetzlichen Pflichten zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten des Menschen. Es beinhaltet Regelungen, die dazu dienen sollen, übertragbaren Krankheiten vorzubeugen, Infektionen frühzeitig zu erkennen und ihre Weiterverbreitung zu verhindern (§1 Abs. 1 IfSG). Dabei ist unerheblich, welcher Art die Infektion ist und auf welchem Wege die Infektion erfolgen kann.

Zum Zwecke der Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten dürfen durch das Infektionsschutzgesetz selbst, durch einzelne Maßnahmen, zu denen es Behörden ermächtigt, oder durch Rechtsverordnung aufgrund des IfSG die Grundrechte der körperlichen Unversehrtheit, der Freiheit der Person, der Freizügigkeit, der Versammlungsfreiheit u.a. eingeschränkt sowie ein berufliches Tätigkeitsverbot verhängt werden.

Das **Robert-Koch-Institut (RKI)** ist eine zentrale Forschungseinrichtung der Bundesrepublik Deutschland, gleichzeitig aber auch eine sogenannte Bundesoberbehörde, die dem Bundesministerium für Gesundheit unterstellt ist. Der Auftrag des RKI umfasst sowohl die Beobachtung des Auftretens von Krankheiten in der Bevölkerung als auch das Ableiten und wissenschaftliche Begründen der erforderlichen Maßnahmen zum wirkungsvollen Schutz der Gesundheit der Bevölkerung. Dazu gehört die Entwicklung erforderlicher diagnostischer, experimenteller oder epidemiologischer Methoden.

Die **Ständige Impfkommision (abgekürzt STIKO)** ist eine ehrenamtliche Expertengruppe, die am Robert-Koch-Institut (RKI) in Berlin angesiedelt ist. Sie trifft sich zweimal jährlich, um sich mit den gesundheitspolitisch wichtigen Fragen zu Schutzimpfungen und Infektionskrankheiten in Forschung und Praxis zu beschäftigen und entsprechende Empfehlungen (darunter auch den jeweils gültigen Impfkalender) herauszugeben. Die Empfehlungen der STIKO dienen den Bundesländern als Vorlage für ihre Impfempfehlungen.

Das **Paul-Ehrlich-Institut (PEI)** in Langen ist das deutsche Bundesinstitut für Impfstoffe und biomedizinische Arzneimittel. Es ist als Bundesoberbehörde ebenfalls dem Bundesministerium für Gesundheit unterstellt. Das PEI ist zuständig für die Zulassung und staatliche Freigabe von Geräten der Medizintechnik, Impfstoffen und biomedizinischen Arzneimitteln und soll deren Sicherheit gewährleisten. Neben der Prüfung und Zulassung gehören auch die wissenschaftliche Beratung und die Forschung zu seinen Aufgaben. Seit August 2013 ist das Paul-Ehrlich-Institut Kooperationszentrum der WHO für die Standardisierung und Bewertung von Impfstoffen.

### 3.3.3 DIDAKTISCHE HINWEISE

Eine provokante Leitfrage innerhalb der Bildungsplaneinheit lautet: Ist Krebs ansteckend? Hier kann an Vorwissen der Schülerinnen und Schüler angeknüpft werden, die vermutlich wissen, dass es sich bei Krebs nicht um eine Infektionskrankheit handelt. Zu Beginn der BPE sollten die Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus ihren Profulfächern bzw. dem Biologieunterricht gesammelt und die Besonderheit des HP-Virus, der möglichen Folgen einer HPV-Infektion und seiner Entdeckungsgeschichte dargestellt oder von den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden, um dem Faszinierenden dieses Themas Raum und Zeit zu geben. In BPE 7.1 werden die Grundlagen für das Verständnis der Vermehrung des Virus gelegt, in BPE 7.2 die Schutzmechanismen des Körpers gegen Infektionen mit Krankheitserregern entwickelt. Hier geht es nicht um die Behandlung aller Details, sondern um eine Übersicht über die Immunantwort mit dem Fokus auf der Antikörperproduktion, deren Aufbau und Bedeutung in BPE 7.3 vertieft wird. Diese Vertiefung soll den Schülerinnen und Schülern die

selbstständige Ableitung medizinischer Anwendungsmöglichkeiten von Antikörpern ermöglichen (BPE 7.4 und 7.5), die auch bei Impfungen eine entscheidende Rolle spielen.

Ein zentrales Anliegen dieser BPE ist es, die gesellschaftlich bedeutsame Kontroverse um die Impfungen zu beleuchten. Die Schülerinnen und Schüler bewerten die Argumente, die für oder gegen eine Impfung sprechen. Dabei kommen in der öffentlichen Diskussion nicht nur wissenschaftliche Argumente zur Sprache. Die Schülerinnen und Schüler prüfen entsprechend des Wegs der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung die Einwände von Impfgegnerinnen und -gegnern, erkennen gegebenenfalls die Problematik der fehlenden naturwissenschaftlichen Verifizierbarkeit und finden zu einem eigenen Standpunkt.

In diesem Zusammenhang lernen sie auch die für die Impfempfehlungen zuständigen staatlichen Einrichtungen, deren Arbeitsweise und rechtliche Grundlage kennen.

Um die kontroversen Argumente nachvollziehen zu können, recherchieren die Schülerinnen und Schüler Nebenwirkungen von Impfungen und ordnen sie nach Schweregrad ein. Schließlich können Für und Wider in einem Rollenspiel gegenübergestellt werden. Dieses ermöglicht die Vertiefung und Sicherung der gelernten Unterrichtsinhalte. Darüber hinaus erlangen und trainieren die Schülerinnen und Schüler die fachbezogene Kommunikations- und Bewertungskompetenz, indem sie die erlernten Fachkenntnisse argumentativ vertreten und einen eigenen Standpunkt entwickeln.

### **3.3.4 METHODISCHE HINWEISE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DIGITALER MEDIEN**

In der vorliegenden BPE werden zahlreiche Kenntnisse benötigt, die in Schul- und Lehrbüchern nicht zu finden sind (Infektionsschutzgesetz, Robert Koch-Institut, STIKO, Argumente von Impfgegnern). Hier kommt das Internet als Informationsquelle zum Einsatz und wird in Recherchephasen im Unterricht entsprechend eingesetzt.

Die Kontroverse zu Impfungen kann auf verschiedene Weisen erarbeitet werden. Statt der oben beschriebenen Diskussion zwischen mehreren Personen, die jeweils unterschiedliche Interessen vertreten, ist auch eine Dilemmadiskussion (nach G. Lind) zwischen zwei Gruppen möglich.

#### *Literatur:*

G. Lind: *Die Methode der Dilemmadiskussion*. In: W. Sander, Ch. Igelbrink, F. Brüggem (Hrsg.): *Urteilsbildung - eine lösbare pädagogische Herausforderung*. Berlin, 2014.

ZPG Katholische Religionslehre, 2012. Lehrerfortbildungsserver Baden-Württemberg: [https://lehrerfortbildung-bw.de/u\\_gewi/religion-rk/gym/bp2004/fb1/2\\_r\\_5\\_6/3\\_materialien/2\\_dilemma/](https://lehrerfortbildung-bw.de/u_gewi/religion-rk/gym/bp2004/fb1/2_r_5_6/3_materialien/2_dilemma/) (24.08.2020)

### **3.3.5 ARBEITSMATERIALIEN / AUFGABEN**

Unterrichtsmaterialien sowie entsprechende Lösungen zur Bildungsplaneinheit finden sich im Anhang. Im Lösungsteil sind außerdem teilweise „Hinweise für die Lehrkraft“ und „Ergänzende Hinweise“ vermerkt. Diese beinhalten methodische und organisatorische Tipps und Alternativen zur Umsetzung.

### 3.3.6. WEITERFÜHRENDE HINWEISE / LINKS

Informationen zu HPV und den verschiedenen Impfungen sind auf den Internetseiten des Robert-Koch-Instituts, des Paul-Ehrlich-Instituts, des Krebsinformationsdienstes (KID) des Deutschen Krebsforschungsinstituts (DKFZ) und der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BzGA) zu finden. Eine Organisation, die gezielt über Gebärmutterhalskrebs informiert, ist die Projektgruppe Zervita am Institut für Frauengesundheit am Universitätsklinikum Tübingen.

Unterrichtsmaterial zu HPV:

*Matthias Nolte, Marienschule, Leverkusen-Opladen: „Humane Papilloma-Viren: Krebs durch Viren“.*

<https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/biologie/unterrichtseinheit/ue/humane-papillomaviren-krebs-durch-viren/>.

*Markus Herrmann, Landesakademie Bad Wildbad, RP Karlsruhe: „Impfen gegen Krebs“ (WiS - Wissenschaft in die Schulen), 2009. [https://lehrerfortbildung-bw.de/u\\_matnatech/bio/gym/weiteres/fb1/index.html](https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/weiteres/fb1/index.html)*

## 4 Umsetzungsbeispiele für Vertiefung – individualisiertes Lernen – Projektunterricht (VIP)

In der Eingangsklasse bietet sich im Rahmen der BPE 3 ein Projekt zur Untersuchung eines Gewässers, z. B. unter den Fragestellungen nach der Badequalität und der Eutrophierung an.

Diese Inhalte können in der Jahrgangsstufe 2 in Verbindung mit der BPE 9 wieder aufgegriffen und weiter vertieft werden.

Bei der Durchführung eines Projektes können zudem durch Erprobung verschiedener Methoden des agilen Projektmanagements (s. Projekthandbuch) weitere für den Studien- und Berufsabschluss relevante Kenntnisse und Kompetenzen vermittelt werden.

In der Materialsammlung finden Sie umfangreiche Materialien und Beschreibungen, die im Zusammenhang mit der Durchführung eines Gewässerprojektes verwendet werden können.