

Positionspapier Schulbiologie

5 1. Anforderungen an einen modernen Biologieunterricht

Der letzte Rahmenplan zur Schulbiologie wurde im Jahr 2000 vom vdbiol, dem Vorläuferverband des Verbands Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland (VBIO), vorgelegt. Inzwischen gibt es in der Biologie neue, zukunftsweisende und damit auch schulrelevante Forschungsergebnisse. Aus diesem Grunde entwickelte der VBIO das folgende Positionspapier, auch deshalb, weil zurzeit nationale Bildungsstandards für das Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife festgelegt werden. Es richtet sich insbesondere an die Kultusministerien der Bundesländer und ihre nachgelagerten Bildungsinstitute, die die Inhalte und Konzepte eines modernen, kompetenzorientierten Biologieunterrichts vorgeben. Der VBIO sieht dringenden Handlungsbedarf, dem Biologieunterricht einen adäquaten Stellenwert zu geben.

Ein moderner Biologieunterricht führt zum Verständnis der belebten Natur, unserer Lebensgrundlagen bis hin zum Verständnis des eigenen Körpers. Guter Biologieunterricht schafft darüber hinaus die Voraussetzungen für sachkompetente Diskurse zu den verschiedenen Disziplinen der modernen Biowissenschaften, z.B. zu biomedizinischen und biotechnologischen Fortschritten, auch unter ökologischen, sozialen und ethischen Aspekten. Die Teilhabe und Mitwirkung an gesellschaftspolitischen Diskussionen erfordert mehr denn je eine fundierte naturwissenschaftliche Grundbildung. Dem Biologieunterricht im 21. Jahrhundert kommt dabei in Zeiten von *Fake Science* und Gentechnikdebatten eine herausgehobene Bildungsverantwortung zu. Neue Chancen und Möglichkeiten der Biotechnologie z.B. bei der Tier- und Pflanzenzüchtung oder der regenerativen Medizin erfordern eine Diskursfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu Technikfolgenabschätzung und Risikobewertung, um als mündige Bürgerinnen bzw. Bürger letztlich einen fundierten wissenschaftsbasierten gesellschaftlichen Konsens erreichen zu können. Dringende, auch gesellschaftspolitisch wichtige Themen können nur sinnvoll beurteilt werden, wenn die dafür notwendigen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse – insbesondere auch die der Biologie – verstanden und dabei evidenzbasiert unter Berücksichtigung (bio)ethischer und naturphilosophischer Aspekte rezipiert werden können.

Eine fundierte naturwissenschaftliche Grundbildung hilft den technologischen Vorsprung unserer Wirtschaft und somit den Lebensstandard in unserem Land zu sichern. Wir können uns weder einen Fachkräftemangel im MINT-Bereich noch eine auf fehlendem Grundwissen basierende Technikfeindlichkeit oder gar Wissenschaftsfeindlichkeit leisten. In einer wesentlich von den Naturwissenschaften geprägten Zeit muss daher in der Bildungspolitik den MINT-Fächern, insbesondere aber dem naturwissenschaftlichen Querschnittsfach Biologie mit seinen vielen bedeutsamen Teilgebieten (siehe unten) und fließenden Übergängen in andere Wissenschaftsbereiche (siehe unten) in der Schule der angemessene Raum gegeben werden. Dies führt nicht nur zu einer erfolgreichen Studier- und Berufsfähigkeit, sondern auch zu einer adäquaten *scientific literacy*¹ für alle Schülerinnen und Schüler, die damit mittelfristig auch in die Gesamtbevölkerung gelangt.

¹ Klieme et al.: Zur Entwicklung Nationaler Bildungsstandards - Expertise. BMBF, 2007, S. 157"

Der VBIO sieht dringenden Handlungsbedarf insbesondere

- 45 • für die kontinuierliche curriculare Weiterentwicklung des Unterrichtsfaches Biologie aufgrund der anhaltend raschen fachlichen Weiterentwicklung der Biowissenschaften.
- für die Anerkennung des Unterrichtsfaches Biologie als essentielles Querschnittsfach mit besonderem Potential, die Schülerinnen und Schüler für MINT-Fächer zu begeistern und den gesellschaftspolitischen Herausforderungen evidenzbasiert begegnen zu können (*Scientific Literacy*). Eine zu geringe Wochenstundenzahl oder gar diskontinuierliche Stundentafel sind deshalb für so ein wichtiges Fach nicht hinnehmbar.
- 50 • auch darin, fachliche und fachdidaktische Defizite bei der Lehrkräfteaus-, fort- und weiterbildung zu minimieren und sicherzustellen, sodass dauerhaft ein qualitativ hochwertiger Fachunterricht in Biologie möglich wird. Daher wurde parallel zu dem hier vorliegenden VBIO-Positionspapier auch ein VBIO-Positionspapier zur Lehrkräftebildung Biologie verfasst.
- 55

2. Einleitung

Die moderne Biologie besteht aus vielen Teildisziplinen mit ebenso vielen verschiedenen
60 Forschungsgebieten und arbeitet in hohem Maße interdisziplinär. Da die Erkenntnisse der Biowissenschaften zahlreiche Anwendungsbereiche haben, sind sie für die Gesellschaft auch von großer praktischer Bedeutung. Beispiele sind die Weiterentwicklung der medizinischen Diagnostik und damit die verbesserte Gesundheitsprophylaxe, die biotechnologische Großproduktion von organisch-chemischen Grundstoffen und gentechnisch hergestellten
65 Therapeutika wie Antibiotika, Hormone oder Antikörper sowie die Etablierung molekularbiologischer Methoden in vielen weiteren Bereichen wie Ernährung, Landwirtschaft, Forensik und Umweltschutz. Zunehmend beeinflussen biowissenschaftliche Erkenntnisse das Wertesystem unserer Gesellschaft, führen zum gesellschaftlichen Diskurs und erfordern politische Entscheidungen. So haben z. B. die gegenwärtigen Erkenntnisse der Fortpflanzungsmedizin,
70 der Neurowissenschaften oder der Genomforschung auf breiter Ebene gesellschaftliche Diskussionen ausgelöst, auch unter weltanschaulicher Perspektive. Themen wie Klimawandel, Biologisierung der Wirtschaft, Energiewende, nachhaltige Entwicklung inklusive Kreislaufwirtschaft, Kenntnis und Schutz der Biodiversität, Ressourcenmanagement (*Sustainable Development Goals*²), Bioökonomie³, Bioengineering und (bio-)medizinischer Fortschritt, sowie
75 die Herausforderungen einer alternden Gesellschaft bei weiter wachsender Weltbevölkerung können nur sinnvoll angegangen werden, wenn entsprechendes biologisches Grundwissen und ein (bio-) ethisches Urteilsvermögen angelegt ist.

Mit dem Einsatz von molekularbiologischen und biophysikalischen Methoden, neuen Techniken zur Visualisierung biologischer Strukturen und Prozesse sowie den Möglichkeiten der Bioinformatik hat der Erkenntnisgewinn in den Biowissenschaften enorm zugenommen. Ein
80 auf die Zukunft vorbereitender Biologieunterricht muss diese Entwicklungen aufgreifen und den damit verbundenen neuen Anforderungen Rechnung tragen, indem Schülerinnen und Schülern auf der Basis eines kompetenzbasierten Fachunterrichts Einblicke in bedeutsame Teildisziplinen der Biologie verschafft werden. Erst dadurch werden eine kritische Reflexion
85 des technisch Machbaren sowie eine echte Teilhabe an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen unter bioethischer, ökonomischer und umweltpolitischer Perspektive ermöglicht.

² <https://sustainabledevelopment.un.org/>

³ www.bmbf.de/de/biooekonomie-neue-konzepte-zur-nutzung-natuerlicher-ressourcen-726.html

Der enorme, laufend weiter fortschreitende Zuwachs an neuen Erkenntnissen in den Biowissenschaften stellt das Schulfach Biologie vor immer neue Herausforderungen. Dabei wird die Diskrepanz zwischen der Anhäufung und Verdichtung von Wissen auf der einen Seite und der zeitlich eng begrenzten Unterrichtszeit auf der anderen Seite immer deutlicher. Kein anderes Fach ist so deutlich gefordert, Zeichen gegen ein unreflektiertes Ansammeln von Detailwissen zu setzen. Stattdessen ist eine Fokussierung auf grundlegende Prinzipien, Konzepte und Kompetenzen (siehe unten) erforderlich, die einen reflektierten Umgang mit erworbenem Fachwissen und auch völlig neuen Erkenntnissen ermöglichen.

90

95 Adäquate Strategien zur Lösung vieler Probleme unserer Zeit sind vor dem Hintergrund biologiespezifischen Wissens zu diskutieren, bedürfen auch interdisziplinärer Zugänge, fachübergreifender Konzepte und Methoden – insbesondere auch aus den Bereichen der Informationsverarbeitung – , um selbstständiges Argumentieren, Bewerten und Entscheiden vor dem Hintergrund vielfältiger digitaler Quellen zu ermöglichen. Lernen mit und über digitale Medien und Werkzeuge (Erwerb von Medienkompetenz) sollte deshalb bereits in den Schulen der Primarstufe beginnen⁴, um eine aktive, selbstbestimmte Teilhabe in einer digitalen Welt sicherzustellen. Ein zukunftsweisender Fachunterricht erfordert daher Lehrkräfte, die sowohl über hohe fachwissenschaftliche als auch fachdidaktische Kompetenzen verfügen. Sie müssen aber zusätzlich die Fähigkeiten und Fertigkeiten besitzen, die für ein kompetentes Unterrichten in einer digitalen Lernumgebung notwendig sind.

100

105

Leitgedanke bei der Aktualisierung von Bildungsplänen sollte das Identifizieren und Auswählen von Konzepten und Kompetenzen sein, die für Schülerinnen und Schüler für die Gegenwart und Zukunft im Sinne einer biowissenschaftlichen Grundbildung, *scientific literacy*, von Bedeutung sind. Dabei sollten insbesondere grundlegende Konzepte der Evolution, Entwicklungsbiologie, Genetik, Neurobiologie, Zytologie, Physiologie und Ökologie sowie der Humanbiologie, ergänzt um immunbiologische sowie aktuelle Themen der Reproduktionsmedizin und Sexualerziehung, ausgewählt werden. Dies bedeutet aber auch, dass tradierte Inhalte, Konzepte und Experimente einer kritischen Relevanzanalyse unterzogen und unter Umständen gegen bedeutsamere ausgetauscht werden sollten.

110

115

3. Vorüberlegungen für den Unterricht

Das Leitbild der biowissenschaftlichen Grundbildung verfolgt insbesondere die Zielsetzungen:

120

125

- Phänomene der belebten Welt, insbesondere zur zentralen Rolle der Evolution, zu erfahren.
- Einblicke in Sprache und Historie der Naturwissenschaft Biologie zu gewinnen und zu verstehen.
- naturwissenschaftlich-technische Methoden der Erkenntnisgewinnung und ihre Grenzen unter wissenschaftspropädeutischen Aspekten zu verstehen und zu reflektieren.
- Fragen und Handlungsoptionen im Umgang mit der Natur, auch im Hinblick auf neue Entwicklungen der Forschung, der Technik und Therapie unter ökologischer und bioethischer Perspektive zu reflektieren.

⁴ KMK-Strategiepapier der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“, 2017, S. 6

Die übergreifende fachliche Kompetenz einer vertieften biologisch-naturwissenschaftlichen Bildung⁵ besteht insbesondere darin, die spezifischen Denk- und Arbeitsweisen der Biologie als Naturwissenschaft und deren Entwicklung zu verstehen und diese für Problemlösungen und die Erweiterung des eigenen Wissens zu nutzen. Die im Rahmen einer solchen Bildung entwickelten Kompetenzen umfassen konzeptionelles Wissen und fachmethodische Fertigkeiten, mit deren Hilfe biologiespezifische Fragestellungen und Probleme erkannt und erfolgreich bewältigt werden können. Dies bedeutet, Phänomene mit Methoden der Erkenntnisgewinnung (Experimentieren, Beobachten, Vergleichen sowie Ordnen und Klassifizieren) theorie- und hypothesengeleitet systematisch zu untersuchen sowie, gestützt durch belastbare Daten oder andere Belege, Schlussfolgerungen zu ziehen. Aufgrund der wissenschaftlichen Weiterentwicklung sind diese dann immer wieder auch kritisch zu hinterfragen, ggf. zu revidieren und vor allem auch aus der bioethischen Perspektive zu betrachten und zu diskutieren.

Unter fachdidaktischer Perspektive ist die Berücksichtigung von individuellen Schülervorstellungen für ein gelingendes fachliches Lernen unerlässlich. Daher sollte Raum für die individuelle Weiterentwicklung von Präkonzepten zu biologisch-naturwissenschaftlichen Vorstellungen im Rahmen eines entdeckenden, problemorientierten und konzeptbildenden Lernens in einem handlungsorientierten Unterricht gegeben werden. Dabei sollten verschiedene Formen von Selbstevaluation genutzt werden, durch z. B. strukturiertes Feedback. Ebenso sollte der Biologieunterricht das kumulative Lernen fördern. Der bewusst wiederholte Rückgriff auf schon bekannte Inhalte unterstützt die Anschlussfähigkeit und die Konsolidierung relevanten Fachwissens und seine Erweiterung. Schülerinnen und Schüler werden dadurch systematisch befähigt, biologisch relevante Konzepte neu zu erwerben, bestehende auszudifferenzieren und diese eigenständig zur Erklärung biologischer Phänomene heranzuziehen.

Für die Entwicklung von naturwissenschaftlichem Denken und Arbeiten werden grundlegende Kompetenzen aus den Bereichen **Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation** und **Bewertung**⁶ benötigt. Dem Strategiepapier der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“⁷ folgend müssen diese vier Kompetenzbereiche um die Erfordernisse der **Digitalisierung** erweitert werden. Durch die Digitalisierung entwickelt sich eine neue Kulturtechnik, der kompetente Umgang mit digitalen Medien, die ihrerseits die traditionellen Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen ergänzt und verändert. Das KMK-Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“ fasst dabei die „Kompetenzen in der digitalen Welt“ in sechs Kompetenzbereichen zusammen: 1. Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren, 2. Kommunizieren und Kooperieren, 3. Produzieren und Präsentieren, 4. Schützen und sicher Agieren, 5. Problemlösen und Handeln 6. Analysieren und Reflektieren.

Die sich ständig erweiternde Verfügbarkeit von digitalen Bildungsinhalten ermöglicht zunehmend die Übernahme von Verantwortung zur Planung und Gestaltung der persönlichen, individuellen Lernziele und Lernwege durch die Lernenden und unterstützt Lernprozesse höchst effizient auch in heterogenen Lerngruppen. Den Schülerinnen und Schülern kann so mehr Verantwortung für die Gestaltung des eigenen Lernens übertragen und damit ihre Selbstständigkeit, das Interesse am analytischen Denken, an wissenschaftlichen Fragen sowie am Experimentieren und Interpretieren, also die proaktive Beschäftigung mit Wissenschaft gefördert werden. Zusammen mit den vier Kompetenzbereichen aus den Bildungsstandards werden somit grundlegende Kompetenzen entwickelt, die für das zunehmend an Bedeutung gewinnende lebenslange Lernen erforderlich sind:

⁵ vgl. Kernlehrplan Biologie Oberstufe NRW, 2013, S. 11

⁶ KMK Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss, 2004, S. 7

⁷ KMK- Strategiepapier der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“, 2017, S. 8 und 10ff.

Der **Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen**⁸ bezieht sich auf die Fähigkeit, biologische Konzepte zur Lösung von Aufgaben und Problemen in fachbezogenen Anwendungsbereichen auszuwählen und zu nutzen. Dazu müssen biologische Konzepte bezogen auf ihre Eigenschaften, ihre theoretische Einbettung, ihre Tragfähigkeit und Gültigkeitsbereiche und die mit ihnen verknüpfbaren Handlungsmöglichkeiten tiefgehend verstanden worden sein. Für die Erschließung und Integration sowie den sicheren Zugriff auf neues Fachwissen ist dessen Organisation maßgeblich. Gut strukturiertes Wissen erleichtert die Verfügbarkeit und die Vernetzung mit neuen Erkenntnissen.

Der **Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung**⁹ bezieht sich auf die Fähigkeiten und Fertigkeiten von Schülerinnen und Schülern, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen, diese mit Experimenten und anderen fachspezifischen Methoden hypothesengeleitet zu untersuchen und Ergebnisse zu verallgemeinern. Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung basiert im Wesentlichen auf einer Modellierung der Wirklichkeit. Modelle, von einfachen Analogien bis hin zu mathematisch-formalen Modellen und Theorien, dienen dabei der Veranschaulichung, Erklärung, Vorhersage, aber auch ggf. der Falsifikation. Eine Reflexion der Erkenntnismethoden im Unterricht verdeutlicht den besonderen Charakter der Biologie mit ihren spezifischen Denk- und Arbeitsweisen und grenzt sie von anderen Möglichkeiten der Weltbegegnung ab.

Die **Kompetenzbereiche Kommunikation und Bewertung** sind für eine fundierte und vertiefte biologisch-naturwissenschaftliche Grundbildung von zentraler Bedeutung. Es sind sowohl Fertigkeiten zur analogen und digitalen¹⁰ Recherche, Dokumentation und Präsentation naturwissenschaftlicher Erkenntnisse als auch Fähigkeiten für einen konstruktiven, fachlichen Austausch notwendig. Dies betrifft auch das begründete Abwägen von unterschiedlichen Handlungsoptionen und gegensätzlichen Positionen, als auch die Fähigkeit aus bioethischer Sicht zu urteilen. Damit sind einerseits fachwissenschaftliche Kompetenzen für einen sachgerechten Austausch erforderlich und andererseits Fähigkeiten, die zu einer Abwägung von Chancen und Risiken in einer wertorientierten Urteilsfindung im Rahmen bioethisch relevanter Themen in ergebnisoffenen Diskursen führen. Mit der Förderung ethischer Bewertungskompetenz im Biologieunterricht, unter Berücksichtigung von Werten, Normen und Fakten, ist ein sinnstiftendes, persönlichkeitswirksames Lernen verbunden. Damit wird als ein hohes Bildungsziel die Entwicklung der Demokratiefähigkeit von Schülerinnen und Schülern mit Blick auf Mehrperspektivität¹¹, Folgenantizipation, Toleranz und Empathie gegenüber andersartigen Urteilen in einer pluralistischen Gesellschaft angestrebt. Hier ist die Zusammenarbeit mit Fächern wie Religion, Ethik oder Philosophie angezeigt, die grundlegende Konzepte vermitteln können. Dies entlastet das Unterrichtsfach Biologie aber nicht davon, den evidenzbasierten bioethischen Diskurs auf der Grundlage bioethischen Denkens und Handelns zu führen.

210

4. Entwicklung von fachinhaltlichen und fachmethodischen Kompetenzen im Biologieunterricht

Über die **gesamte Schulzeit** hinweg ist der systematische Aufbau von Wissensstrukturen, das heißt die kontinuierliche Weiterentwicklung von fachinhaltlichen und fachmethodischen Kompetenzen im Biologieunterricht, von großer Bedeutung. Biologisches Wissen enthält

215

⁸ vgl. Kernlehrplan Biologie Oberstufe NRW, 2013, S. 16f.

⁹ vgl. Kernlehrplan Biologie Oberstufe NRW, 2013, S. 17

¹⁰ KMK-Strategiepapier der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“, 2017, S. 10ff.

¹¹ KMK Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss, 2004, S. 12

fachinhaltliche und fachmethodische Konzepte, wobei diese mit anderen Fächern abgesprochen werden sollten. Insbesondere die benachbarten naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer Chemie und Physik vermitteln grundlegende Bildungsinhalte (z.B. zur Biochemie, Optik, Elektrophysiologie), auf die die moderne Biologie aufbaut. Ohne grundlegende Kenntnis erkenntnismethodischer Konzepte funktioniert Erkenntnisgewinnung als naturwissenschaftliches Problemlösen nicht und sollte deshalb den Schülerinnen und Schülern praxisorientiert vermittelt werden. Dies sind insbesondere das Prinzip der Hypothesenbildung, operationalisierte Vorhersage (*prediction*), Variablenkontrolle, „Störvariable“, außerdem Strategien wie „Variablen isolieren“, „Variablen manipulieren“ oder „Messungen wiederholen“. All diese Arbeitsschritte der experimentellen Erkenntnisgewinnung sind auch immer kritisch zu reflektieren.

In allen Progressionsstufen dieses Wissensaufbaus ist die **Evolutionstheorie** als Leitfaden im Unterricht das zentrale und durchgängige Konzept, gemäß der Aussage: „*In Biology nothing makes sense except in the light of evolution*“¹². Als Erklärungsprinzip¹³ unterstützt die Evolutionstheorie die grundlegenden Verstehensprozesse der Schülerinnen und Schüler. Sie hilft, die verschiedenen Inhaltsfelder des Biologieunterrichts miteinander in eine sinnvolle Beziehung zu setzen.

Ebenso gehört die Unterscheidung von ultimativen und proximalen Erklärungen¹⁴ mit zu Denkweisen der Biologie, denn sämtliche biologischen Phänomene, Vorgänge und Strukturen auf allen Systemebenen sind das Ergebnis von zwei verschiedenen Typen von Ursachen: Sie sind sowohl das Ergebnis von proximalen Ursachen (Wirkursachen) in aktuell stattfindenden, beobachtbaren Prozessen und kausal erklärbar, aber auch das Ergebnis von ultimativen Ursachen (Zweckursachen) aufgrund naturhistorischer Prozesse und Ereignisse im Verlauf der Evolution von Lebewesen, die z. T. einmalig und nicht wiederholbar¹⁵ und funktional erklärbar sind.

Zu **Beginn der Schulzeit** muss sich vor dem Hintergrund der kindlichen Lebenserfahrung und der bereits angelegten Präkonzepte der Sachunterricht der Grundschule an beobachtbaren Phänomenen und altersgerechten Erkenntnismethoden orientieren. Dabei sollten zunächst die Ebene der Organismen und damit das Kennenlernen von Tieren, Pflanzen und Pilzen in der Lebensumwelt der Schülerinnen und Schüler im Vordergrund stehen. Kompetenzen sollten aus der unmittelbaren Begegnung mit dem Lebendigen und seiner Formenvielfalt erworben werden. Schon in der Primarstufe können an adressatengerechten Kontexten die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung (BNE) unter lokaler Perspektive gelehrt werden. Ebenso sollte die Grundlage für eine gesunde Lebensführung angelegt werden. Einfache Experimente und ausgewählte Daten aus der Fachliteratur sind neben der kriterienbezogenen Beobachtung auch schon in den ersten Jahren schulischer Bildung Grundlage eines naturwissenschaftlichen Unterrichts. Modelle sind für die Kommunikation und Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften zentral. Deshalb sollten Modelle schon in der frühen schulischen Erziehung als Medien zur Veranschaulichung sowie als Methode zur naturwissenschaftlichen

¹² Dobzhansky, T.: Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. In: The American Biology Teacher, Vol. 35, No. 3 (Mar., 1973), pp. 125-129 Published by: National Association of Biology Teachers

¹³ Kattmann, U.: Evolution und Schöpfung – Kreationismus als Herausforderung für den Biologieunterricht. Conference Paper MNU Regensburg 2009, S. 7

¹⁴ vgl. Eschenhagen, D., Kattmann, U., Rodi, D.: Fachdidaktik Biologie, Aulis, 2003; S.65f, und vgl. Zrzavý, J., Burda, H., Storch, D., Begall, S., Mihulka, S.: Evolution - Ein Lese-Lehrbuch, Springer-Spektrum, 2013, S.17

¹⁵ vgl. Mayr, E.: Das ist Biologie - Die Wissenschaft vom Leben. Spektrum, Heidelberg, 2000, S. 102 und vgl. Dijk, E. van & Kattmann, U. (2008, S. 13). Biologieunterricht in naturgeschichtlicher Perspektive. Zur Reform auf der Sekundarstufe I. Teil I: Grundlagen. Teil II: Umsetzung. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 61 (1), 12-15; (2), 107-114 (2009) Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 62 (1) Sonderausgabe Evolution, 56-66.

255 Erkenntnisgewinnung eingesetzt werden. Im Prozess der Modellierung sollte beschrieben, verglichen, überprüft und ggf. das behandelte Modell auch schon optimiert werden. Um Transferleistungen zu ermöglichen, sollte das Bewusstsein verankert werden, dass das exemplarisch vorgestellte Lebewesen mit seiner spezifischen Lebensform ggf. nur eine von vielen in der Natur realisierten Lebensformen darstellt.

260 Mit der **Sekundarstufe I** wird auf den Erkenntnissen der ersten Schuljahre aufgebaut. Neben der Systemebene der Organismen werden nun auch die Organ- und die Zellebene, aber auch schon die Molekularebene berücksichtigt, wobei die Wechselwirkung zwischen einheitlichen Grundprozessen und vielfältiger Realisierung (Biodiversität) zu beachten sind. Im Zentrum des Biologieunterrichts sollten die Förderung des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens und damit die Verdeutlichung des biologischen Erkenntnisweges stehen. Ausgangspunkt sollten biologische Prozesse und Phänomene bilden, welche kriteriengeleitet exemplarisch beschrieben und untersucht werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten ausgehend von biologischen Fragestellungen Hypothesen bilden und mithilfe klar operationalisierter Vorhersagen Experimente zur Überprüfung planen, durchführen und kritisch auswerten können. Die Schülerinnen und Schüler erwerben im Vergleich zur Grundschulbildung eine erweiterte Modellkompetenz. Beschreibung, Erklärung und Beurteilung von Modellen erfolgen nun adressatengerecht auf einem höheren Niveau. Im Prozess der Entwicklung von Modellen (Modellierung) biologischer Systeme lernen die Schülerinnen und Schüler Modell und Original vergleichend zu beschreiben und den zugrundeliegenden Gegenstand zu erklären. Zweck und Grenzen eines Modells sollten reflektiert sowie ggf. Modelloptimierungen entwickelt werden können. Im Biologieunterricht angeleitete Modellierungsprozesse fördern bei Schülerinnen und Schülern das Verständnis für die Komplexität der Natur und der Biologie als Naturwissenschaft.

280 Da für viele Schülerinnen und Schüler **am Ende der Sekundarstufe I** der Biologieunterricht abgeschlossen wird, sollten grundlegende fachinhaltliche und fachmethodische Kompetenzen erworben worden sein, um aktiv und verantwortungsbewusst an gesellschaftlichen Diskursen teilnehmen zu können. Dies gilt für alle unten beschriebenen Inhaltsfelder. Die Schülerinnen und Schüler sollten im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) über Kenntnisse zu zentralen ökologischen Fachinhalten wie z.B. zum Beziehungsgefüge in einem Ökosystem oder zur naturverträglichen Landwirtschaft, einschließlich sozialer und ökonomischer Aspekte, verfügen. Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse zu naturwissenschaftlichen Vorstellungen zur evolutiven Entwicklung des Lebens auf dieser Erde unabdingbar. In der Diskussion um die Evolution ist ein übersimplifiziertes Bild biologischer Vorgänge nicht zielführend, weil beispielsweise das Grundprinzip der Selektion dann nicht mehr verstanden werden kann. Daher ist ein grundlegendes Verständnis von genetischen Konzepten notwendig, auch um kreationistischen Argumentationsansätzen den Boden zu entziehen. Von großer gegenwarts- und zukunftsrelevanter Bedeutung für junge Menschen sind insbesondere auch Kenntnisse aus der neueren Forschung z.B. der Genetik (auch der Epigenetik) oder der Neurobiologie. Die in der ersten Phase der Schulbildung gelegten Grundlagen zur Gesundheitsbildung sollten nun um Kenntnisse zur Immunbiologie und zur Bedeutung des Impfschutzes vor Infektionskrankheiten sowie um Kenntnisse zu aktuellen Themen der Fortpflanzungsmedizin und Sexualerziehung erweitert und vertieft werden.

300 In der **Sekundarstufe II** werden Lebensprozesse auf allen Systemebenen des Lebendigen betrachtet. Kompetenzen und Konzepte zu grundlegenden Lebensvorgängen auf molekularer und zellulärer Ebene werden erweitert und an traditionellen und aktuellen Fachgegenständen in den Inhaltsfeldern Zytologie, Physiologie, Genetik, Neurobiologie, Ökologie und

Evolution erheblich vertieft weiterentwickelt. Neben fachwissenschaftlichen Kenntnissen sind auch moderne Untersuchungsmethoden, z.B. mithilfe neuer Mikroskopietechniken (Bioimaging), bildgebende Verfahren, Fluoreszenztechniken, Sequenzierungsmethoden und andere molekularbiologische Verfahren von Bedeutung. Die fachspezifischen Erkenntnismethoden wie Beobachten, Vergleichen, Experimentieren oder die Modellarbeit als naturwissenschaftliche Arbeitsweise¹⁶ sollten mit größerer Selbstständigkeit genutzt werden können. Das Experimentieren in der gymnasialen Oberstufe setzt eigenständige Planung, reflektierte Handlungsabläufe sowie strukturiertes Auswerten voraus. Nach dem Rahmenkonzept wissenschaftsmethodischer Kompetenzen von Jürgen Mayer¹⁷ wird die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten in den drei Feldern „Wissenschaftsverständnis“, „Wissenschaftliches Denken“ und „Manuelle Fertigkeiten“ erwartet. Die Modellkompetenz sollte im Vergleich zur Sekundarstufe I stärker ausdifferenziert werden und die Beziehung zwischen Modellierung und Theoriebildung verdeutlicht werden. Modelle dienen den Lernenden in der gymnasialen Oberstufe sowohl als Medium zur Veranschaulichung, Beschreibung und Erklärung von bekannten biologischen Gegenständen (Aspekt: Modellanwendung), als auch als Methode zur kreativen Entwicklung von individuellen Hypothesen und Vorhersagen über einen noch unbekanntem biologischen Gegenstand (Aspekt: Modellbildung), die getestet, bestätigt oder revidiert werden können. Der Prozess der Modellbildung erweitert die Kenntnisse der Lernenden über das Original. Da Modelle stets idealisierte, theoretische Rekonstruktionen des biologischen Originals sind, die das Original nie in Gänze, sondern stets in Bezug auf einen bestimmten Ausschnitt und einen Verwendungszweck darstellen, kann es immer auch alternative Modelle zu einem biologischen Ausgangsobjekt geben. Diese können in Bezug auf ihren Zweck und ihre Grenzen beurteilt werden (Aspekt: Modellreflexion) und zur Theoriebildung führen.

Am **Ende der Sekundarstufe II** verfügen die Schülerinnen und Schüler über eine vertiefte biologisch-naturwissenschaftliche Bildung. Deshalb werden neben grundlegenden fachwissenschaftlichen Kompetenzen und Konzepten auch Kenntnisse über komplexe Naturvorgänge sowie biologietyische Herangehensweisen an Aufgaben vermittelt. In Anlehnung an Franz E. Weinert¹⁸ sollten Abiturientinnen und Abiturienten die im Fach Biologie erworbenen Kompetenzen für fachspezifische Problemlösungen in variablen Situationen und zur Erweiterung des eigenen Wissens nutzen können.

5. Entwicklung einer vertieften biologisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung

Ein an Kompetenzen orientierter Biologieunterricht ist immer auch an fachinhaltliche und fachmethodische Gegenstände gebunden, die sich in verschiedenen Inhaltsfeldern systematisieren lassen und denen relevante biologische Konzepte zugeordnet werden:

Humanbiologie und Gesundheitsbildung

Für Schüler und Schülerinnen sind zahlreiche Aspekte der Humanbiologie und der Gesundheitsbildung von zentraler Relevanz. Dabei sollte die Gesundheit des Einzelnen nicht losgelöst von ihrer Wirkung auf Gesellschaft, Wirtschaft und Politik betrachtet werden. Gesundheit

¹⁶ Meisert, A.: Vom Modellwissen zum Modellverständnis – Elemente einer umfassenden Modellkompetenz und deren Fundierung durch lernerseitige Kriterien zur Klassifikation von Modellen, Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 14, 2008

¹⁷ Mayer, J. (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: KRÜGER, D. & H. VOGT [Hrsg.]: Theorien in der biologie-didaktischen Forschung - Ein Handbuch für Lehramtsstudierende und Doktoranden. Springer, Berlin & Heidelberg, 177-186 und Mayer, J. et al (2010): Diagnosekompetenz von Biologie-Lehramtsstudierenden zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, Erkenntnisweg Biologie-didaktik (2010), 119-134

¹⁸ Weinert, F. E. (2002): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim: Beltz.

muss in Zeiten hoher Mobilität auch global gedacht werden. Zahlreiche Erkrankungen sind durch eine gesunde Lebensführung, präventive Maßnahmen, rechtzeitige Diagnostik und Therapie vermeidbar bzw. weit besser kontrollierbar. Daher sind in Bildungsbezügen Kompetenzen zu wirksamen Hygienemaßnahmen und zu immunologischen Prozessen (Impfungen) für die gesamte Gesellschaft bedeutsam.

Das Fach Biologie fördert traditionell das Verständnis für den Zusammenhang von gesunder Lebensführung (Ernährung, Bewegung, Psychosomatik) Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden. Im Biologieunterricht werden anatomische und physiologische Aspekte sowie die Stoff- und Energieumwandlung thematisiert. Biologische Konzepte wie Atmung, Blutkreislauf und Verdauung spielen in diesem Zusammenhang eine ebenso große Rolle wie nervöse und hormonelle Regulationsprozesse. Die Verarbeitung von Informationen, ein wesentliches Kennzeichen biologischer Systeme, wird auf molekularer, zellulärer, der organischen und der organismischen Ebene thematisiert. Die Wirkung von Stress, die Drogen- und Suchtprophylaxe stellen Kernthemen des Biologieunterrichts dar. Die Vorzüge einer bewussten, gesunden Lebensführung werden für Schüler und Schülerinnen vor dem Hintergrund der dargelegten Themenfelder nachvollziehbar und beurteilbar.

Das Fach Biologie trägt weiterhin entscheidend zu einer altersgemäßen Sexualerziehung bei. Kein anderes Schulfach beantwortet zentrale Fragen junger Menschen zur Individualentwicklung, Pubertät, Familienplanung, Schwangerschaft, zu sexuell übertragbaren Krankheiten oder zum Embryonenschutz derart umfassend und fachwissenschaftlich fundiert. Möglichkeiten humangenetischer Beratung und die Techniken der modernen Fortpflanzungsmedizin sind weitere relevante Unterrichtsgegenstände, die Voraussetzung für eine qualifizierte Teilhabe am aktuellen gesellschaftlichen Diskurs ermöglichen. Mit fundiertem Fachwissen wird somit in einem qualifizierten Biologieunterricht die Basis für eine sachlich orientierte Bewertungskompetenz für ein verantwortungsvolles, werteorientiertes Handeln gegenüber dem eigenen und dem Leben anderer erworben.

Zytologie und Stoffwechselphysiologie

Die Zytologie ist ein Teilgebiet der Biologie und der Medizin. Mithilfe mikroskopischer und molekularbiologischer Methoden lassen sich Vorgänge bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen auf zellulärer Ebene verstehen und erklären. Aus diesem Grund sind naturwissenschaftliche Fragestellungen und Experimente zur Aufklärung von Strukturen und Funktionen von Zellorganellen, von Prozessen im Plasma und den Zellmembranen Schwerpunkte.

Da das biologische Konzept der Zelle mit dem der Kompartimentierung eng verknüpft ist, werden im Biologieunterricht die verschiedenen Zellkompartimente und Zellorganellen untersucht sowie der Zellzyklus, die Bewegung von Zellen und Zellverbänden sowie die Kommunikation zwischen Zellen thematisiert. Aktuelle biomedizinische und biotechnische Anwendungen können auf dieser Grundlage von Schülern und Schülerinnen verstanden werden.

Die Stoffwechselphysiologie beschäftigt sich mit den biochemischen Vorgängen in Zellen, Geweben und Organen aller Lebewesen. Einen wesentlichen inhaltlichen Schwerpunkt bildet der Energiestoffwechsel. Energie liefernde als auch Energie verbrauchende Prozesse basieren auf enzymatisch katalysierten Reaktionen. Ohne enzymatische Kenntnisse sind weder physiologische noch genetische oder neurobiologische Vorgänge zu verstehen. Auch für das Verstehen biotechnischer Verfahren sind Kenntnisse der Enzyme und ihrer Aktivitäten von großer Bedeutung.

Genetik

Historisch hat sich die Biologie von einer deskriptiven zu einer explorativen Wissenschaft

entwickelt, in deren Zentrum die Funktionsanalyse des Genoms, des Transkriptoms und des Proteoms von Menschen und Modellorganismen gerückt ist. Die gegenwärtige genetische
390 Forschung führt auch zu neuen Erkenntnissen in den Nachbardisziplinen und trägt so z.B. erheblich zu neuen Belegen für die Synthetische Evolutionstheorie bei. Molekularbiologische Methoden spielen derzeit eine zentrale Rolle in den gesamten Biowissenschaften. Ausgehend von den historischen Erkenntnissen auf der Ebene von Organismen befasst sich die heutige Genetik überwiegend mit den zellulären und molekularen Grundlagen der Ausbildung von Merkmalen (Genexpression) und deren Weitergabe über Gene an die folgenden
395 Generationen. Ebenso werden die Steuerung von Stoffwechselprozessen in Zellen, die Regulation und Veränderung von Genen sowie die Weitergabe genetischer Strukturen molekularbiologisch untersucht. Genetisch bedingte Krankheiten oder psychische Leiden können heute oft als Fehlsteuerungen von Stoffwechselprozessen erklärt werden.

Grundlage aktueller und zukunftsorientierter Methoden zur Diagnostik und Therapie von Krankheiten ist die moderne biomedizinische Forschung, die auf molekularbiologischen und bioinformatischen Methoden fußt. Von großer gesellschaftlich-ethischer Relevanz sind dabei neue gentechnische Verfahren und die damit erzielbaren Forschungsergebnisse sowie deren Anwendung in der Tier- und Pflanzenzüchtung bzw. in der Biomedizin, z.B. zur gezielten
400 Veränderung des Genotyps einer Zelle (Transformation) oder zur Stammzellforschung bis hin zu einer regenerativen Medizin. Zurzeit werden neue Techniken der Molekularbiologie, z. B. zum gezielten Gen-Editieren, bereits weiter ausdifferenziert, und kommerziell nutzbare biotechnologische Anwendungsmöglichkeiten in Medizin, Pharmazie, Landwirtschaft und Ernährung sowie der Umweltsicherung generiert. Im Bereich der Biotechnologie steht bereits
405 die nächste Revolution bevor, da erste Schritte in Richtung „Synthetische Biologie“ erfolgversprechend sind. Diese Teildisziplin will auf ingenieurwissenschaftlicher Weise und mithilfe standardisierter Genbausätze transgene und komplett künstliche biologische Systeme konstruieren.

Wie in anderen Bereichen der Biowissenschaften auch, werden Informationen und Erkenntnisse über webbasierte Datenbanken weltweit ausgetauscht, mit bioinformatischen Methoden weiter verarbeitet und in weiterführenden Forschungsarbeiten genutzt.
415

Neurobiologie

Die Neurobiologie ist ein multidisziplinärer Wissenschaftszweig, in dem es um die Struktur, die Funktion und Verschaltung von Neuronen und Sinneszellen geht. Sie erschließt dank
420 moderner physikalischer und molekularbiologischer Methoden gegenwärtig die Funktionen des menschlichen Gehirns, die Entwicklung individueller Denkstrukturen sowie die Steuerung menschlichen und tierlichen Verhaltens. Anatomische und physiologische Untersuchungen des Gehirns mithilfe bildgebender Verfahren führen zu neuen Erkenntnissen über Wahrnehmungs- und Lernvorgänge.

Kenntnisse über lernförderliche Maßnahmen sowie Grundlagenwissen über die Plastizität des Gehirns sind wesentliche Bildungsinhalte. Ebenso stehen altersassoziierte neurodegenerative Erkrankungen, wie die Alzheimer Demenz oder die Parkinson Erkrankung, im Fokus neurobiologischer Forschung. Die Neurobiologie entwickelt gegenwärtig Untersuchungs- und Behandlungsmethoden in der Elektrophysiologie, Neurogenetik, Neuropharmakologie und Lernforschung, die für den einzelnen Menschen sowie die Gesellschaft von Bedeutung sind.
430 Für das Verständnis zentraler neurophysiologischer und hormoneller Steuerungsprozesse sind Kenntnisse über Strukturen und Funktionen des Gehirns erforderlich. Die Biologie als Schulfach trägt durch die Vermittlung der aktuellen neurobiologischen Forschungsergebnisse entscheidend zu einer auf Zukunft ausgerichteten Bildung bei.

435 **Ökologie und Biodiversitätsforschung**

Die Ökologie ist eine Systemwissenschaft, in der die Erkenntnisse aus verschiedenen naturwissenschaftlichen Teildisziplinen zusammenfließen. Sie befasst sich mit den Wechselwirkungen biotischer und abiotischer Faktoren auf Lebewesen, die wiederum Grundlage für Lebenszyklusstrategien und populationsdynamische Prozesse sind. Stoffkreisläufe, Energiefluss sowie pro- und eukaryotische Biodiversität kennzeichnen ein Ökosystem. Ökologische Untersuchungen in lokalen, regionalen und globalen Maßstäben zeigen immer deutlicher die Grenzen der Belastbarkeit unserer Lebensgrundlagen sowie die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen in Zeiten drastisch schwindender Biodiversität.

445 Deshalb ist die originale Begegnung von Schülerinnen und Schülern mit den lebendigen Gegenständen der Biodiversitätsforschung Kern einer fruchtbaren Umweltbildung und trägt zur Wertschätzung dieser biologischen Vielfalt bei, die einen erheblichen ökologischen Nutzen darstellt. Anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme spielen für Gesundheit, Ernährung, nachwachsende Rohstoffe und regenerative Energiegewinnung eine große Rolle und sind deshalb Gegenstand im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) für einen rücksichtsvollen Umgang mit den natürlichen Ressourcen unseres Planeten Erde. Sachgerechte Antworten auf die großen ökologischen Fragen in Zeiten des Biodiversitätsverlustes können nur auf der Basis spezifischer ökologischer Konzepte gefunden werden. Auch zu den Problemfeldern Nachhaltigkeit und Klimawandel trägt damit der Biologieunterricht in erheblichen Teilen zu einer fundamentalen Bildung bei.

455 Informationen über die Bedeutung der Biologisierung chemischer und anderer technischer Verfahren, der Ersatz fossiler Grundstoffe und Energieträger durch Naturstoffe und biotechnologische Möglichkeiten, zur Konversion der Wirtschaftssysteme in Richtung Nachhaltigkeit und CO₂-Neutralität (*Sustainable Development Goals*¹⁹) sollten in jedem Curriculum verankert werden.

460 **Evolution**

Evolution wird auf vielen Ebenen sichtbar, von der genetischen Ebene über die Entwicklungsbiologie (Evo-Devo) und die Populationsgenetik bis zur Stammesgeschichte. Evolutionsbiologische Disziplinen wie Systematik, Morphologie und auch die Soziobiologie sowie die Verhaltensökologie sind hier von Bedeutung. Die Evolution als dynamischer Entwicklungsprozess beschreibt die Veränderung genetisch bedingter Merkmale einer Population von Lebewesen von Generation zu Generation. Die genetische Variabilität resultiert aus Mutationen der DNA, dem Genfluss und der Rekombination durch sexuelle Fortpflanzung. Vorteilhaftere Merkmalsausprägungen sind Grundlage für eine verbesserte Anpasstheit an den Lebensraum. Die natürliche Selektion beschreibt den Mechanismus, wie besser angepasste Individuen auch eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit inklusive Fortpflanzungserfolg haben. Die Selektionstheorie ist daher eine der tragenden Säulen der Erklärung des evolutiven Wandels der Lebewesen. Die synthetische Evolutionstheorie ist heute durch eine Vielzahl an Belegen bestätigt. Auf der Basis molekulargenetischer und phänomenologischer Befunde liefert sie heute überzeugende Erklärungen für phylogenetische Verwandtschaftsbeziehungen bzw. der stammesgeschichtlichen Entwicklung inklusive des Menschen. Mithilfe interdisziplinärer Untersuchungen können heute Stammbäume rekonstruiert und auch die Abstammung des Menschen immer umfassender aufgeklärt werden. Es wird aber auch geklärt, wie neue Arten entstehen oder sich Ökosysteme aufgrund von geänderten biotischen und abiotischen Faktoren im Lichte der Evolution weiterentwickeln.

¹⁹ <https://sustainabledevelopment.un.org/>

480 Biowissenschaftliche Forschungsergebnisse werfen vielfältige weltanschauliche Fragen auf, da sie das Selbstverständnis und das Weltbild der Menschen beeinflussen. Insofern ist ein wissenschaftspropädeutischer Biologieunterricht, zur Entfaltung eines rationalen naturwissenschaftlichen Weltbildes wesentliches Bildungsziel.

485 6. Fazit

Die Biologie mit ihren vielen Teildisziplinen gewinnt auf Grund ihrer rasant fortschreitenden Forschungsergebnisse laufend neue Erkenntnisse, die unmittelbare Auswirkungen auf das Leben eines jeden Einzelnen, auf die Gesellschaft, die Wirtschaft, die Politik und auch Kultur haben. Biologische Paradigmen, Denkmuster und Erklärungsmodelle werden zunehmend
490 auch von Geisteswissenschaftlern angewendet, finden also Einzug in Gebiete, in denen traditionell das menschliche Selbstverständnis und seine spezifischen Leistungen und Orientierungen thematisch sind, d. h. auch die Anthropologie und Psychologie sowie die Geistes- und Kulturwissenschaften. Die Biologie hat sich damit zur Leitwissenschaft des 21. Jahrhunderts entwickelt. Dies muss sich im Schulunterricht widerspiegeln.

495 Moderne Techniken und zukunftsweisende Forschung der Biowissenschaften beeinflussen also die Entwicklung unserer Gesellschaft nachhaltig und berühren das vertraute Wertesystem. Erst eine professionelle Anleitung zu biologisch-naturwissenschaftlichem Denken und Arbeiten ermöglicht rationale, wissensbasierte Entscheidungen und schützt vor ideologischer Polemik und Indoktrination. Für die Entwicklung von jungen Menschen zu mündigen Bürgern
500 und Bürgerinnen einer lebendigen Demokratie sind Kompetenzen aus dem breiten Feld der Biowissenschaften Voraussetzung, um entscheidungsfähig Verantwortung für die Zukunft zu übernehmen. Der VBIO plädiert daher mit Nachdruck für eine Stärkung des Faches Biologie in allen Schulformen und Schulstufen.

Damit der Biologieunterricht auf zentrale Gegenwarts- und Zukunftsaufgaben gut vorbereiten
505 kann, sollte er folgenden Empfehlungen des VBIO - *Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e.V.* entsprechen:

- Erreichung der Ziele der KMK-Bildungsstandards durch
 - weiterhin hohen Anteil biologischer Themen im Sachunterricht der Primarstufe,
 - 510 ○ durchgängigen, mindestens zweistündigen Biologieunterricht in der Sekundarstufe I,
 - Belegverpflichtung von zwei naturwissenschaftlichen Kursen in der Oberstufe, darunter ein mindestens dreistündiger Biologiekurs,
 - Ausbau von den regulären Unterricht ergänzenden Angeboten wie fachliche Wahlunterrichtsangebote oder die Nutzung von Lehr-Lern-Laboren²⁰ zur Förderung für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler,
 - 515 ○ Unterrichtsangebot von Leistungskursen/Profilfächern mit vertiefter Fachlichkeit im Umfang von fünf Wochenstunden,
 - Ermöglichung biologischer Facharbeiten zur Förderung wissenschaftsgeleitenden Denkens und Arbeitens.
- optimierte Abstimmung der curricularen Inhalte zwischen den affinen Unterrichtsfächern,

²⁰ www.lernort-labor.de

- kontinuierliche Weiterentwicklung der Bildungspläne der Länder unter Berücksichtigung aktueller biowissenschaftlicher Erkenntnisse und zeitnahe Anpassungen in den Lehrplänen,
 - 525 • qualitative und quantitative Sicherstellung des biologischen Fachunterrichts²¹ durch
 - Sicherstellung der fachlichen Lehramtsausbildung in akkreditierten²² Studiengängen (Bachelor/Master of Education),
 - einen mindestens 18-monatigen Vorbereitungsdienst auch für Quereinsteiger aus einem 1-Fach-Studiengang (z.B. Master of Science, Biologie) mit Sicherstellung insbesondere der fachdidaktischen und beruflichen Kompetenzen,
 - 530 ○ qualitativ gesicherte, systematische und verpflichtende Lehrerfortbildungen zu schulrelevanten Gegenständen der Fachwissenschaft und Fachdidaktik sowie des Lehrens und Lernens in einer digitalen Lernumgebung, um mit dem rasanten Fortschritt der biowissenschaftlichen Erkenntnisse Schritt halten zu können (*lifelong learning*).
 - 535 • finanzielle und personelle Sicherstellung der schulischen Ressourcen für einen zukunftsfähigen, auch praxisorientierten Unterricht in Biologie.
-

540 Das vorliegende Positionspapier ist unter der Federführung von Margarete Radermacher und dem Arbeitskreis Schulbiologie im VBIO (hier insbesondere Herr Dr. Bickel und Frau Dr. Pohlmann), in Zusammenarbeit mit den Mitgliedsfachgesellschaften und Landesverbänden im VBIO sowie Vertretern der Konferenz biologischer Fachbereiche (KBF) entstanden. Der VBIO steht für einen offenen, sachlich fundierten Dialog gerne zur Verfügung und bietet

545 seine Expertise an.

Kontakt:

Dr. Carsten Roller, Ressort Ausbildung & Karriere, VBIO Geschäftsstelle München, Corneliusstr. 12, 80469 München, Tel. 089-26024573, E-Mail: roller@vbio.de.

Stand:

550 24. Juni 2019

Über den VBIO:

Der Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland – VBIO e. V. ist das gemeinsame Dach für alle, die im Bereich Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin tätig sind oder studieren – sei es in Schule, Hochschule, Industrie, Verwaltung, Selbstständigkeit oder Forschung. Die etwa 30.000 Mitglieder des VBIO vertreten das gesamte

555 Spektrum der Biowissenschaften von der molekularen, zellulären oder der am Organismus orientierten Sicht bis hin zur Biomedizin. Die Fachsektion Didaktik der Biologie - FDdB ist integraler Bestandteil des VBIO.

560

²¹ vgl. VBIO-Positionspapier zur Lehrkräftebildung

²² Staatsvertrag über die Organisation eines gemeinsamen Akkreditierungssystems zur Qualitätssicherung in Studium und Lehre an deutschen Hochschulen ("Studienakkreditierungsstaatsvertrag"), in Kraft getreten am 01.01.2018