

Neue Lernwege gehen

Vorstellung einer Unterrichtsreihe zur Gesundheitsbildung im Sinne der 21st-Century Skills

Philipp Eckert, Dr. Maren Panhorst, Prof. Dr. Norbert Grotjohann

Schüler*innenlabor *teutolab*-biotechnologie, Center for Biotechnology (CeBiTec), Universität Bielefeld, Universitätsstraße 25, 33615 Bielefeld, philipp.eckert@uni-bielefeld.de

Die Covid19-Pandemie hat gezeigt, dass die Gesundheitsbildung zu viralen Erkrankungen in einigen Teilen der Bevölkerung lückenhaft ist. Auch für Schüler*innen lassen sich hierfür empirische Belege finden (Simon et al., 2017; Samkange-Zeeb et al., 2012). Um diesem Problem zu begegnen, wurde vom Schüler*innenlabor *teutolab*-biotechnologie eine Unterrichtsreihe für die Schule entwickelt, welche die Gesundheitsbildung und Kompetenzen im Sinne der 21st-Century Skills der Schüler*innen verbessern soll. Die Unterrichtsinhalte umfassen praktische Versuche zu den Themenfeldern „Bakterien“, „Viren“, „Herz-Kreislauf“ und „Blut“. Im Anschluss an die Unterrichtsreihe wurden die Schüler*innen mit einem Fragebogen befragt, welcher mit einer deskriptiven Analyse ausgewertet wurde. Besonders der praxisorientierte Charakter der Unterrichtsreihe wurde von den Schüler*innen positiv hervorgehoben.

Stichwörter: 21st-Century Skills, Gesundheitsbildung, Viren, Bakterien, Blut, Blutkreislauf

1 Einleitung

In der Coronavirus-Pandemie zeichnete sich schon früh ab, dass die zukünftigen politischen Entscheidungen in enger Absprache mit den führenden Virolog*innen Deutschlands erfolgen würden. Gleichzeitig zeigte sich mit dem Fortschreiten der Pandemie, dass ein Teil der deutschen Bevölkerung erhebliche Zweifel an den Aussagen der Wissenschaftler*innen und den von der Regierung getroffenen Vorschriften äußerten. Als Gründe können hierfür fehlendes Fachwissen oder die Verbreitung von Falschinformationen in sozialen Medien vermutet werden. Simon, Enzinger & Fink (2017) erkannten in einer Studie Defizite bezüglich des Wissensumfangs zu Viren. Tseng (2018) hat in einer Studie untersucht, inwiefern sich Schüler*innen bei der Gesundheitsbildung von Fehlinformationen beeinflussen lassen. Zwar waren einige Schüler*innen in der Lage, Fehlinformationen zu erkennen, allerdings gelang ihnen das nur, wenn sie auf geeignetes naturwissenschaftliches Vorwissen zurückgreifen konnten. Hier zeigt sich erneut der Bedarf einer Verbesserung des naturwissenschaftlichen Wissens, da ohne dieses eine fundierte Kritik von wissenschaftlichen Texten durch die Schüler*innen nicht stattfinden kann. Ähnlich formulieren es Zeyer & Dillon (2014), indem sie fordern, curriculare Lerninhalte einer generellen

Gesundheitsbildung zu verbinden. Sie argumentieren, dass wissenschaftliches Wissen für das Verständnis von Gesundheitsaspekten essenziell ist (Zeyer & Dillon, 2014, S. 1410). Daher lohnt eine enge Verknüpfung von genereller Gesundheitsbildung und medizinischen Themen mit dem Schulcurriculum.

Auch ist der Umgang mit digitalen Medien und Fehlinformationen Bestandteil des Schulcurriculums (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (NRW), S. 10). Die Schüler*innen sollen also Kompetenzen erlernen und festigen, die für das Leben in einem digitalen 21. Jahrhundert relevant sind. Die Coronavirus-Pandemie hat erneut gezeigt, wie wichtig diese Kompetenzen für unser gesellschaftliches Zusammenleben sind. Die 21st-Century Skills beschreiben Fertigkeiten in verschiedenen fachlichen Bereichen und auf unterschiedlichen kognitiven Ebenen, die Schüler*innen in einer modernen Welt benötigen. Es gibt verschiedene Kategorisierungen der 21st-Century Skills. Das WEF (World Economy Forum) unterscheidet zwischen den drei Kategorien „*Foundational literacy*“ (Beispiele: naturwissenschaftliche Kompetenz, Medienkompetenz, gesellschaftliche Kompetenz), „*Competencies*“ (Beispiele: Kritisches Denken, Problemlösung, Kollaboration) und „*Character qualities*“ (Beispiele: Neugierde, Initiative, Anpassungsfähigkeit) (WEF, 2015, S. 3). Mittlerweile haben Schulen Unterrichtskonzepte entwickelt, die gezielt Kompetenzen im Sinne der 21st-Century Skills den Schüler*innen vermitteln sollen. Eine solche Schule ist beispielsweise das Öffentlich-stiftische Gymnasium Bethel in Bielefeld, welches mit seinem Unterrichtsfach „Neue Lernwege gehen“ (NLG) 21st-Century Skills stärken will. An dieser Schule wurde die hier beschriebene Unterrichtsreihe durchgeführt, die insbesondere auf Gesundheitsbildung und der Vermittlung von 21st-Century Skills fokussiert. Es wurden vier Unterrichtseinheiten zu den Themen „Viren“, „Bakterien“, „Blut“ und „Herz-Kreislauf“ durchgeführt.

Dieser Artikel beschreibt das Konzept und die Durchführung dieser Unterrichtsreihe. Für jede Doppelstunde wird ein theoretischer Hintergrund, eine Ablaufbeschreibung und ein didaktischer Kommentar formuliert.

2 Beschreibung der Unterrichtsreihe

Die Unterrichtsreihe wurde in vier Doppelstunden an einem Bielefelder Gymnasium durchgeführt. Mitarbeiter*innen des Schüler*innenlabors *teutolab*-biotechnologie besuchten jeweils die Schule, um gemeinsam mit den Schüler*innen zu lernen und zu experimentieren. Zielgruppe waren Schüler*innen der 9. Klasse. Die Beschreibung der Kursinhalte und der Ergebnisse bezieht sich auf einen Kurs von 35 Schüler*innen aus dem Schuljahr 2021/2022. Tabelle 1 skizziert Inhalte und Lernziele der vier Doppelstunden.

Tabelle 1: Inhalte und Lernziele der einzelnen Doppelstunden der Unterrichtsreihe.

	Inhalte	Lernziel
Doppelstunde 1: Bakterien	<ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften und Identifizierung von Bakterien Therapie bakterieller Infektionen und Antibiotika-Resistenzen 	<p>Die Schüler*innen setzen sich mit den Auswirkungen von Bakterien auf unsere Gesundheit auseinander, indem sie Merkmale und Eigenschaften von Bakterien erarbeiten sowie Methoden zur Identifizierung von Bakterien überlegen und diese eigenständig durchführen.</p>
Doppelstunde 2: Viren	<ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften von Viren Diagnostik von Viren 	<p>Die Schüler*innen setzen sich mit Viren und deren Auswirkungen auf den menschlichen Körper auseinander, indem sie Merkmale und Eigenschaften von Viren erarbeiten sowie eine Möglichkeit zum Virennachweis am Beispiel von HI-Viren eigenständig durchführen.</p>
Doppelstunde 3: HerzKreislauf	<ul style="list-style-type: none"> Funktionen der Blutzelltypen Aufbau des Herzkreislaufs Aufbau des Herzens 	<p>Die Schüler*innen setzen sich mit dem HerzKreislauf auseinander, indem sie die Bestandteile des Blutes und den Aufbau des Blutkreislaufsystems erarbeiten, und erschließen sich den Aufbau des Herzens anhand der Präparation eines Schweineherzens.</p>
Doppelstunde 4: Blut	<ul style="list-style-type: none"> Funktion des Immunsystems 	<p>Die Schüler*innen setzen sich mit den verschiedenen Blutzellen auseinander, indem sie die Funktionen der weißen und roten Blutzellen vertiefen, sowie sich mit der Unterteilung von Blutgruppen nach medizinisch</p>

Inhalte	Lernziel
<ul style="list-style-type: none"> Blutgruppen und Blutgruppenbestimmung 	und relevanten Systemen beschäftigen und eine simulierte Blutgruppenbestimmung eigenständig durchführen.

In den folgenden Kapiteln werden für jede Doppelstunde die theoretischen Hintergründe gefolgt von einer Ablaufbeschreibung dargestellt. Der detaillierte Ablaufplan sowie die verwendeten Arbeitsblätter stehen jeweils als Zusatzmaterial zu diesem Artikel zur Verfügung.

2.1 Doppelstunde Bakterien

Sachanalyse und Relevanz des Themas:

Bakterien sind Mikroorganismen, die sich durch Zellteilung vermehren und keinen Zellkern besitzen. Das Erbgut liegt in Form von DNA frei im Cytoplasma vor und wird dort exprimiert (Josenhans & Hahn, 2016, S. 173). Das Aussehen der Bakterien kann stark variieren. Es werden runde Kokken, stäbchenförmige Bacilli und spiralförmige Spirillen unterschieden. Bakterien leisten als Teil des Mikrobioms des menschlichen Körpers einen wichtigen Beitrag für unsere Gesundheit. Gleichzeitig gibt es humanpathogene Bakterien, die den Menschen sehr krank machen können. In der medizinischen Diagnostik ist es daher nötig, innerhalb kurzer Zeit Bakterien aus zum Beispiel Wundabstrichen, Blutproben etc. zu identifizieren sowie geeignete Antibiotika für eine Therapie zu finden. Die Schüler*innen lernen in dieser Doppelstunde die Relevanz von Bakterien für Gesundheit/Krankheit, Unterscheidungsmöglichkeiten mittels Schnelltests, Therapiemöglichkeiten sowie die Bedeutung und Ermittlung von Antibiotikaresistenzen. Zur Identifizierung von Bakterien können verschiedene Verfahren angewendet werden. Bei dem Gram-Testverfahren werden Bakterien anhand der Zusammensetzung der Zellwand unterschieden. Das kann mittels Färbemethoden und anschließender Mikroskopie erfolgen. Alternativ kann mithilfe von Gram-Teststreifen auf das Enzym L-Alanin-Amino-peptidase getestet werden, welches in gram-negativen Bakterien vorkommt und beim Abbau von Oligopeptiden hilft, indem einzelne Aminosäuren abgespalten werden (Fuchs, 2014, S. 364). Die Gegenwart dieses Enzyms kann durch eine Farbreaktion sichtbar gemacht werden (siehe Abbildung 1) (Bactident® Amino-peptidase-Teststreifen der Firma *Micropore*). Die Schüler*innen führen in der Doppelstunde zusätzlich noch Nachweise auf die Existenz der Enzyme Cytochrom-C-Oxidase und Katalase durch. Cytochrom-C-Oxidase ist ein Enzym der Elektronentransportkette verschiedener Bakterien. In Gegenwart von

Cytochrom-C-Oxidase wird der farblosen Nachweisreagenz Tetramethyl-Phenylendiamin (TMPD) ein Elektron entzogen. Dabei entstehen auf den Teststreifen (Rotitest® Oxidasestreifen der Firma Roth) blaue TMPD-Radikale (siehe Abbildung 1). Einige Bakterien enthalten das Enzym Katalase, welches Wasserstoffperoxid zu Wasser und O₂ spalten kann. In Gegenwart von Wasserstoffperoxid und Katalase ist eine Gasbildung erkennbar (siehe Abbildung 1).

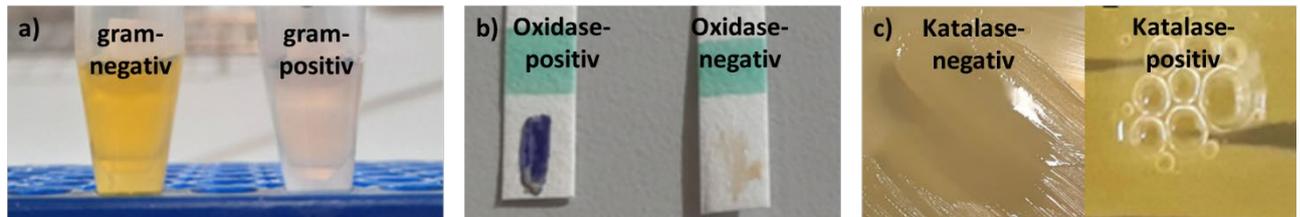


Abbildung 1: Schnelltests zur Charakterisierung von Bakterien a) Gram-Test b) Oxidase-Test c) Katalase-Test.
Quelle: teutolab-biotechnologie

Ein Unterrichtskonzept zur rein theoretischen Bearbeitung des Themas „Bakterien“ – allerdings ohne experimentellen Teil – ist bereits in einer vorherigen Ausgabe von BU-praktisch veröffentlicht worden und bietet noch detailliertere Informationen (Quynh & Panhorst, 2021).

Ablauf der Doppelstunde:

Nach Vorstellung der Lehrpersonen wird das Vorwissen der Schüler*innen zu „Bakterien“ gesammelt. Aus der offenen Fragestellung wird in eine erste Erarbeitungsphase übergeleitet. Die Schüler*innen erarbeiten hier gemeinsam mit der Lehrperson den Aufbau von Bakterien anhand von interaktiven Aufgaben. Die Aufgaben sind in eine PowerPoint-Präsentation eingebettet, die für die gesamte Stunde als Präsentationsmedium dient. Sollten die Schüler*innen nicht in der Lage sein die Aufgaben mit Hilfe ihres Vorwissens zu lösen, kann eine kurzfristige Partnerarbeit an dieser Stelle durchgeführt werden. Anschließend setzen sich die Schüler*innen mit den Eigenschaften von Bakterien auseinander.

Die Schüler*innen überlegen, ob ihnen Möglichkeiten zur Identifizierung von Bakterien einfallen. Erwartet wird hier vor allem die Nennung von Mikroskopen zur optischen Unterscheidung verschiedener Bakterienstämme. Schwieriger könnte den Schüler*innen die Nennung von Stoffwechseleigenschaften fallen. Die Versuche sollen anschließend von der Lehrperson vorgestellt werden, da eine eigenständige Erarbeitung von Enzymnachweisen sowohl fachlich als auch zeitlich zu umfangreich für eine Doppelstunde in der 9. Klasse ist.

Im praktisch-experimentellen Teil der Doppelstunde erhalten die Schüler*innen fünf verschiedene auf Agarplatten ausgestrichene Bakterienstämme (alle laut RISU zugehörig in Risikogruppe 1 und somit für den Unterricht in der Mittelstufe geeignet; RISU, S. 198-202). Die Schüler*innen ermitteln die unterschiedlichen biochemischen Eigenschaften der Bakterien mittels der oben genannten

Schnelltests. Die Versuche werden zunächst mit den Schüler*innen besprochen und es wird eine Sicherheitsbelehrung erteilt. Nach der Besprechung werden die Materialien verteilt und die Schüler*innen beginnen eigenständig in Kleingruppen, fünf nicht-humanpathogene Bakterienstämme zu identifizieren. Die Schüler*innen tragen Schutzbrille und Handschuhe (Schutzstufe bei gezielter Tätigkeit mit Stämmen der Risikogruppe 1; RISU, S. 65). Die Arbeitsschritte werden mittels PowerPoint-Präsentation für alle Schüler*innen sichtbar gemacht. Die Ergebnisse können die Schüler*innen auf einem Arbeitsblatt notieren. Die Identifizierung erfolgt über den Vergleich mit einer tabellarischen Darstellung von Eigenschaften typischer humanpathogener Keime (siehe Arbeitsblatt). Die Vergleichstabelle ist so gestaltet, dass nicht alle Bakterienstämme eindeutig zugeordnet werden können. Die Schüler*innen sollen daraus ableiten, dass noch weitere Untersuchungen für eine vollständige Identifizierung durchgeführt werden müssen.

Im Unterrichtsgespräch folgt ein abschließender Themenblock zum Thema Therapie von Bakterieninfektionen mittels Antibiotika und Nachweismethoden von Antibiotikaresistenzen nach der Hemmhof-Methode. Dieser Teil ist didaktische Reserve und kann ggf. als Hausaufgabe ausgelagert werden.

Der Verlaufsplan der Doppelstunde ist als weiterführendes Material ebenfalls zur Verfügung gestellt.

2.2 Doppelstunde Viren

Sachanalyse und Relevanz des Themas:

Viren sind um einiges kleiner als Bakterien und bestehen lediglich aus Erbgut in Form von RNA oder DNA, welches von Proteinen und in manchen Fällen zusätzlich von Lipiden umhüllt ist. Viren fehlen sämtliche komplexeren Strukturen pro- oder eukaryotischer Zellen, wie Kern oder Ribosomen (Schulz, 2016, S. 425). Um sich zu vermehren, befallen Viren Wirtszellen, welche dann aus den genetischen Informationen des Virus neue Viruspartikel und neues Virus-Erbgut herstellen. Viren sind wirtsspezifisch, das heißt, sie können nur bestimmte Zelltypen als Wirt nutzen. Für den Nachweis von Virus-Infektionen gibt es verschiedene Möglichkeiten wie den PCR-, Antigen- oder ELISA-Test. Letzterer wurde mit in simulierter Form mit den Schüler*innen in einer Doppelstunde durchgeführt. Bei diesem Verfahren liegen Antigene gegen ein bestimmtes Virus auf dem Boden einer Probenschale in immobilisierter Form vor, auf die potentiell infizierte Patient*innenserum gegeben werden. Eventuell vorhandene (vom Immunsystem gegen das Virus gebildete) Antikörper binden an die Antigene und können von einem Enzym-gekoppelten Antikörper (Das Enzym katalysiert eine Farbreaktion) nachgewiesen werden (siehe Abbildung 2) (Modrow et al., 2010, S. 130).



Abbildung 2: Versuchsergebnisse HIV-Test-Simulation. Quelle: *teutolab*-biotechnologie

Die Rotfärbung zeigt eine Infektion mit dem Virus an. Die Farbintensität gibt gleichzeitig einen Hinweis auf die Viruslast. Die Schüler*innen führen in der Doppelstunde eine ELISA-Virusdiagnostik verschiedener (simulierter) Virusproben durch (Verwendung des Test-Kits „HIV-Test-Simulation“ der Firma Conatex).

Ablauf der Doppelstunde:

Zum Einstieg in die Doppelstunde soll direkt an die vorangegangene Stunde angeschlossen werden, indem die Schüler*innen zunächst die Inhalte rekapitulieren und anschließend von der Problematik der Antibiotikaresistenzen auf das Thema „Viren“ überleiten. Sollte die Antibiotikaresistenz nicht als didaktische Reserve in der Bakterien-Doppelstunde behandelt worden sein, werden die Aufgaben hierzu als Einstieg genutzt. Die Stundenführung wird auch hier wieder anhand einer PowerPoint-Präsentation stattfinden. Aus dem Einstieg leitet die Lehrperson anschließend über in die erste Erarbeitungsphase, in der die Schüler*innen den Aufbau und den Vermehrungszyklus von Viren sowie Behandlungsmöglichkeiten von Viruserkrankungen gemeinsam mit der Lehrperson erarbeiten. Hierfür werden wieder interaktive Aufgaben in der PowerPoint-Präsentation verwendet, die die Schüler*innen bearbeiten sollen. Zum Abschluss nennen die Schüler*innen virale Erkrankungen, die ihnen bereits bekannt sind. Von hier aus soll auf das HI-Virus übergeleitet werden. Entweder nennen die Schüler*innen das Virus schon während der Sammelphase oder es wird durch ein kleines Wortspiel durch die Schüler*innen erschlossen.

In der zweiten Erarbeitungsphase nennen die Schüler*innen zunächst ihr Vorwissen, das sie eventuell schon über das HI-Virus besitzen. Anschließend sollen die Schüler*innen in Gruppen verschiedene Informationen zum HI-Virus im Internet recherchieren. Hierfür führen die Schüler*innen mit ihren eigenen Endgeräten (Computer, Laptop, Smartphone etc.) Recherchen im Internet durch. Die Schüler*innen sollen dabei die Übertragungsart, die Wirtszelle, das Krankheitsbild der Erkrankung AIDS und die Therapiemöglichkeiten gegen das HI-Virus

herausfinden. Im Anschluss präsentieren die Gruppen ihre Ergebnisse mündlich im Plenum. Die Lösungen zu den einzelnen Bereichen werden gleichzeitig in der PowerPoint-Präsentation als Teilsicherung sichtbar gemacht. An die Sicherung schließt die dritte und letzte Erarbeitungsphase an, in der die Schüler*innen eine Diagnostikmethode für Viren kennenlernen sollen. Hierfür werden zunächst die Prinzipien des Antigen-, PCR- und ELISA-Testverfahrens vorgestellt, wobei der ELISA intensiver theoretisch besprochen wird, da sich die Schüler*innen mit diesem auch praktisch auseinandersetzen sollen. Nach der theoretischen Erklärung werden die einzelnen Arbeitsschritte des simulierten ELISA-Versuchs mit den Schüler*innen besprochen. Die Schüler*innen sollen anschließend die verschiedenen Patientenszenarien aufgrund der zuvor erlernten Inhalte zu HI-Viren bewerten und das Experiment zum Virusnachweis selbstständig in Kleingruppen durchführen und auswerten (siehe Arbeitsblatt). Abschließend erfolgt eine Besprechung im Plenum zur Sicherung der Ergebnisse, welche in der Präsentation gesammelt werden. Außerdem sollen die Schüler*innen ihre zuvor getroffenen Bewertungen der Patientenszenarien nennen und anhand der Ergebnisse den Infektionsstatus der Patienten ableiten.

Der Verlaufsplan der Doppelstunde ist als weiterführendes Material ebenfalls zur Verfügung gestellt.

2.3 Doppelstunde Herzkreislauf

Sachanalyse und Relevanz des Themas:

Damit unser Körper funktionieren kann, benötigen die menschlichen Zellen Nährstoffe und Sauerstoff. Beides wird über den Blutkreislauf im ganzen Körper verteilt, wobei das Herz als Druck- und Saugpumpe die Antriebskraft liefert. Generell lassen sich hierbei zwei verschiedene Kreisläufe unterscheiden: der Pulmonalkreislauf, bei dem sauerstoffarmes Blut zur Lunge transportiert wird, um es dort mit Sauerstoff anzureichern, und der Körperkreislauf, welcher sauerstoffreiches Blut im ganzen Körper verteilt, damit die Körperzellen arbeiten können (Paulsen & Waschke, 2017, S. 24). Zwischen die beiden Blutkreisläufe ist das Herz geschaltet. Blut kann das Herz über Arterien zur Lunge oder zum Körper verlassen und über Venen von dort wieder zurückgelangen. Das Blut strömt während der Erschlaffungsphase (Diastole) aus den Venen über die Vorhöfe in die Herzkammern, von wo es anschließend aufgrund der Herzkontraktion (Systole) das Herz durch die Arterien wieder verlässt (Waschke, 2017, S. 152). Segelklappen an den Veneneingängen und Taschenklappen an den Arterienausgängen sorgen dafür, dass die Fließrichtung des Blutes gewährleistet ist. Da der Körperkreislauf deutlich größer als der Lungenkreislauf ist, benötigt das Herz für den Transport aus der Aorta viel mehr Kraft als für den Transport aus der Pulmonalarterie. Daher ist die Herzmuskulatur (Myokard) der linken Herzkammer deutlich dicker als die der rechten (Paulsen & Waschke, 2017, S. 40). Auch das Myokard muss, wie andere Muskeln, mit Nährstoffen und Sauerstoff versorgt werden, um seine Funktion und Strukturintegrität beizubehalten (Böhm &

Junghans, 2000, S. 11). Dies geschieht über die Herzkranzgefäße auf der Außenseite des Myokards. Mit zunehmendem Alter können die Gefäße des Myokards verstopfen und einen Myokardinfarkt verursachen. Im Unterrichtsbesuch erarbeiten sich die Schüler*innen die Funktionsweise des Herzens durch die Sektion eines Schweineherzens.

Ablauf der Doppelstunde:

Zum Einstieg der Doppelstunde sollen die Schüler*innen zunächst im Unterrichtsgespräch ihre Vorkenntnisse zu den verschiedenen Blutzellen nennen, welche durch die Lehrkraft gesammelt werden. Anschließend wird in eine erste Erarbeitungsphase übergeleitet, in der Aufgaben auf einer externen Lernplattform des *teutolab*-biotechnologie der Universität Bielefeld bearbeitet werden sollen (<https://teutolabbiotechnologie-online.de/blut-und-blutkreislauf-2/>). Die Funktionen der einzelnen Blutzellen und der Aufbau des Herzkreislaufsystems werden dabei in Partnerarbeit erarbeitet. Im Anschluss sollen die Schüler*innen nun mit ihrem Vorwissen über die Bestandteile des Blutes sowie dessen Transportweg durch unseren Körper den Aufbau unseres Herzens kennenlernen. Hierfür arbeiten die Schüler*innen in Gruppen zusammen und sezieren aufgabengeleitet ein Schweineherz. Die Arbeitsgruppen bekommen ihr Arbeitsmaterial (Schweineherz, Schere, Schutzhandschuhe; siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Arbeitsmaterial für die Untersuchung der Schweineherzen. Quelle: *teutolab*-biotechnologie

Der erste Arbeitsschritt wird zunächst gemeinsam mit der Lehrperson durchgeführt. Anschließend sollen die Schüler*innen selbstständig die Arbeitsschritte durchführen, wobei gegebenenfalls Hilfestellung durch die Lehrkraft gegeben wird. Die Schüler*innen sollen zunächst die Arterienausgänge auf der Oberseite des Herzens finden. Anschließend sollen die Schüler*innen ihr neu erworbenes Wissen über die verschiedenen Blutkreisläufe anwenden, indem sie herausfinden, welche Arterie zum Körper und welche zur Lunge führt. Die Unterschiede können erfühlt werden, da die Körperarterie mehr Kraft benötigt und dementsprechend enger und fester

ist als die Lungenarterie. Im nächsten Schritt sollen die Schüler*innen mit der Sezierschere die Veneneingänge einschneiden, um sich die beiden Herzkammern anzuschauen. Die Schüler*innen notieren hierzu ihre Beobachtungen, wobei auch hier der Unterschied zwischen Körper- und Lungenkreislauf ausschlaggebend ist. In den offenen Herzkammern können die Schüler*innen auch leichter die verschiedenen Herzklappen untersuchen. Die Schüler*innen sollen hierzu überlegen, warum das Blut bei der Herzkontraktion nicht an allen vier Öffnungen ausströmt, und ob sie Vorrichtungen finden, die an den Arterien ein Aus- und an den Venen ein Einströmen des Blutes erlauben. Die Schüler*innen beschreiben dann das Aussehen der Segel- und Taschenklappen auf dem Arbeitsblatt. Abschließend sollen die Schüler*innen sich die Oberfläche des Schweineherzens genauer anschauen und die Herzkranzgefäße finden. Hier wird die Erkrankung des Herzinfarkts thematisiert, welche in der anschließenden Sicherung noch einmal aufgegriffen werden soll. Die Schüler*innen lernen somit auch die Hintergründe für Herzerkrankungen kennen. Die Beschriftung der Herzabbildung wird ebenfalls gemeinsam in der Präsentation vorgenommen.

Der Verlaufsplan der Doppelstunde ist als weiterführendes Material ebenfalls zur Verfügung gestellt.

2.4 Doppelstunde Blut

Sachanalyse und Relevanz des Themas:

Das Blut, welches von dem Herzen durch den Körper gepumpt wird, besteht aus zwei Hauptbestandteilen: dem flüssigen Blutplasma und den festen Blutzellen. Das Blutplasma dient als Transportweg für körperrelevante Stoffe wie Nährstoffe, Hormone sowie für Abfallprodukte des Stoffwechsels (Reece et al., 2016, S. 1245). Bei den Blutzellen lassen sich drei verschiedene Haupttypen unterscheiden, die unterschiedliche Funktionen im Körper übernehmen. Die Thrombozyten sind die kleinste Form von Blutzellen und kommen in einem Mikroliter Blut ungefähr 250.000-mal vor (Lüllmann-Rauch & Asan, 2019, S. 330). Tritt im Körper eine Gefäßverletzung auf, verkleben die Thrombozyten im Blut miteinander und stoppen dadurch die Blutung (Hämostase) (Lüllman-Rauch & Asan, 2019, S. 334). Die größten, aber mit 5000 Zellen pro Mikroliter Blut auch seltensten Blutzelltypen, sind die Leukozyten. Zu den Leukozyten gehört eine Vielzahl von Zellen mit unterschiedlichen Aufgaben, die sich wiederum in Granulozyten, Monozyten und Lymphozyten unterteilen lassen (Lüllmann-Rauch & Asan, 2019, S. 337). Die Gesamtheit der unterschiedlichen Leukozyten bildet das Immunsystem, welches den Körper vor körperfremden Zellen schützen soll. Der letzte Blutzelltyp sind die Erythrozyten. Sie kommen mit ungefähr 5 Millionen Zellen pro Mikroliter am häufigsten im Blut vor und sind für den Sauerstofftransport von der Lunge zu den Körperzellen verantwortlich. Der Sauerstoff bindet hierfür an dem in den Blutzellen befindlichen Stoff Hämoglobin, welches aus vier Untereinheiten

mit jeweils einer Eisen(II)-haltigen Hämgruppe besteht, welche dem menschlichen Blut seine Farbe verleiht (Lüllmann-Rauch & Asan, 2019, S. 332). Auf den Zelloberflächen der Erythrozyten befinden sich außerdem verschiedene Antigenstrukturen, anhand derer unterschiedliche Blutgruppen unterteilt werden können. Das bekannteste Blutgruppensystem ist das AB0-System, bei dem die Antigene A, B und H unterschieden werden. Das H-Antigen bezeichnet das Vorläufer-Antigen, aus dem später die Antigene A und B hervorgehen (Sedlacek, 2014, S. 481). Es ist somit nur bei der Blutgruppe 0 vertreten. Ein weiteres Antigen, welches bei der Blutspende berücksichtigt werden muss, ist der Rhesusfaktor. Hier werden die Antigene D, C und E unterschieden. Rhesus-positiv zu sein bedeutet, das Antigen D zu exprimieren (Sedlacek, 2014, S. 482). Anders als gegen die Antigene A und B besitzt der Körper keine natürlichen Antikörper gegen Rhesus-Antigene. Erst bei Kontakt mit Rhesus-positivem Blut, beispielsweise durch eine Schwangerschaft oder eine Transplantation, bildet der Körper Rhesus-Antikörper (Sedlacek, 2014, S. 483). Die Schüler*innen führen in dieser Doppelstunde eine (simulierte) Blutgruppenbestimmung verschiedener Proben durch (Verwendung des Test-Kits „Blutgruppen-Analyse (AB0/Rh-Typing)“ der Firma Conatex).

Ablauf der Doppelstunde:

Der Einstieg der Doppelstunde findet erneut im Unterrichtsgespräch statt, in dem die Lehrkraft das Vorwissen der Schüler*innen mit Fragen aktiviert. Daraufhin wird auf die Funktionsweise der weißen Blutzellen übergeleitet. Da in der Stunde zuvor das Thema „Blutzellen“ bereits angeschnitten wurde, sollten die Schüler*innen einiges an Vorwissen hierzu besitzen. Ergänzt wird das Gespräch durch Abbildungen in der Präsentation, die genanntes unterstützen oder Wissenslücken ergänzen sollen. Anschließend leitet die Lehrkraft auf die roten Blutzellen über. Auch hier sollten die Schüler*innen aus der vorangegangenen Doppelstunde Vorwissen besitzen, welches von der Lehrkraft kurz reaktiviert wird. Neu eingeführt wird jedoch die Unterteilung der roten Blutzellen in verschiedene Blutgruppen. Das AB0- und Rhesus-System sollen sich die Schüler*innen an dieser Stelle selbst in Partnerarbeit erarbeiten. Im Anschluss erfolgt eine Zwischensicherung, in der mit Hilfe der Präsentation das zuvor Gelernte mit den Schüler*innen besprochen wird. Aus der Sicherung heraus soll auf die praktische Phase, der Bestimmung von Blutgruppen, übergeleitet werden. Das theoretische Konzept der Blutgruppenbestimmung wird zunächst von der Lehrkraft erklärt. Anschließend sollen hierzu einige Übungsaufgaben zur Auswertung von Blutgruppenbestimmungen von den Schüler*innen im Unterrichtsgespräch gelöst werden.

In der praktischen Arbeitsphase führen die Schüler*innen für drei verschiedenen Patient*innen eine simulierte Blutgruppenbestimmung durch. Die drei Szenarien behandeln verschiedene Fälle, in denen Blutgruppenbestimmungen im Alltag relevant werden können. Einmal soll der Rhesusfaktor eines Babys bestimmt werden, um zu überprüfen, ob für die Mutter bei einer erneuten Schwangerschaft medizinische Schritte eingeleitet werden müssen. Des Weiteren soll ein Täter in einem Kriminalfall mit Hilfe einer Blutspur überführt sowie die passende Blutgruppe für

die Bluttransfusion eines Unfallopfers bestimmt werden. Die Schüler*innen bekommen für den Versuch drei Versuchsplatten; eine für jedes Szenario. Auf jeder Platte befinden sich drei Vertiefungen, in die jeweils zwei Tropfen des simulierten Blutes überführt werden sollen. Die Vertiefungen sind mit A, B und Rh beschriftet, wodurch das hinzuzugebende Antikörper-Serum angegeben wird (siehe Abbildung 4). Davon müssen jeweils zwei Tropfen in die passenden Vertiefungen zu den Blutproben hinzugefügt werden. Anschließend werden die Blutproben und die Antikörper-Seren mit Hilfe von Zahnstochern miteinander vermischt.



Abbildung 4: Arbeitsmaterialien für die simulierte Blutgruppenuntersuchung; Quelle: *teutolab*-biotechnologie

Die Schüler*innen untersuchen die Blut-Antikörper-Mischung auf Verklumpungen und notieren sich die Ergebnisse auf dem Arbeitsblatt. Aus den verschiedenen Verklumpungen schließen die Schüler*innen auf die jeweilige Blutgruppe der Probe. Außerdem sollen die Schüler*innen ihre gewonnenen Erkenntnisse auf die verschiedenen Szenarien anwenden sowie Wiederholungsfragen zu den theoretischen Inhalten der Stunde beantworten. Die Ergebnisse werden abschließend in einer gemeinsamen Sicherung im Unterrichtsgespräch besprochen.

3 Fazit und Ausblick

Die Unterrichtsreihe wurde mit dem Ziel konzipiert, zum einen die Schüler*innen in den Kompetenzen der 21st-Century Skills zu üben und zum anderen die Gesundheitsbildung von jungen Erwachsenen zu verbessern. Für Ersteres sollte den Schüler*innen ein umfangreicher Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten unter laborähnlichen Bedingungen gewährt werden, welcher gleichzeitig das Interesse der Schüler*innen an den Naturwissenschaften fördert. Die Schüler*innen sollten dabei möglichst kooperativ arbeiten und ihre Ergebnisse zum Abschluss präsentieren, um ihre Kommunikationskompetenzen zu verbessern. Die zu diesen Zielen erarbeitete Unterrichtsreihe konnte wie geplant durchgeführt werden und kann auf gestalterischer Ebene als Erfolg betrachtet werden. Bei der Untersuchung des Schweineherzens

bietet es sich an, Modelle/Videos/Abbildungen als alternatives Arbeitsmaterial zur Verfügung zu haben (für Schüler*innen mit starkem Ekelgefühl beim Arbeiten mit dem Herz). Gleichzeitig zeigte die Kurzevaluation, dass den Schüler*innen aus der gesamten Unterrichtsreihe insbesondere die Untersuchung des Schweineherzens besonders gut gefallen hat.

4 Literaturverzeichnis

- Böhm, B. & Junghans, T. (2000). Das Herz-Kreislaufsystem. In B. Böhm, W. Schwenk, T. Junghans (Hrsg.), *Das Pneumoperitoneum* (S. 9-52). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Fuchs, G. (2014). Abbau organischer Verbindungen. In G. Fuchs (Hrsg.), *Allgemeine Mikrobiologie* (S. 354-386). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Josenhans, C. & Hahn, H. (2016). Bakterien: Definition und Aufbau. In S. Suerbaum, G.-D. Burchard, S. H. E. Kaufmann, T. F. Schulz (Hrsg.), *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie* (S. 173-181). Heidelberg: Springer Verlag.
- Lüllmann-Rauch, R. & Asan, E. (2019). *Taschenlehrbuch Histologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2019). Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. Biologie.
- Modrow, S., Falke, D., Truyen, U. & Schätzl, H. (2010). *Molekulare Virologie*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Nguyen, Q. & Panhorst, M. (2021). Bakterien, Sepsis, MRSA. Ein Unterrichtsentwurf zum Thema *Diagnostik und Therapie von Bakterieninfektionen* für Schüler*innen der Sekundarstufe I. In *BU praktisch* 4(2):6.
- Paulsen, F. & Waschke, J. (2017). *Sobotta. Atlas der Anatomie. Innere Organe*. München: Elsevier.
- Reece, J, Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P. & Jackson, R. (2016). *Campbell Biologie*. Hallbergsmoos: Pearson.
- Samkange-Zeeb, F., Spallek, L., Klug, S. J., Zeeb, H. (2012). HPV Infection Awareness and Self-Reported HPV Vaccination Coverage in Female Adolescent in Two German Cities. In *J Community Health*, 37, S. 1151-1156.
- Schulz, T. F. (2016). Viren – die einfachsten aller Lebensformen. In S. Suerbaum, G.-D. Burchard, S. H. E. Kaufmann, T. F. Schulz (Hrsg.), *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie* (S. 425-429). Heidelberg: Springer Verlag.
- Sedlacek, H.-H. (2014). *Immunologie – Die Immunabwehr des Menschen. Schutz, Gefahren, Erkrankungen*. Berlin/Boston: de Gruyter.

- Simon, U. K., Enzinger, S. M. & Fink A. (2017). „The evil virus cell“: Students' knowledge and beliefs about viruses. In *PLoS ONE* 12(3).
- Tseng, A. S. (2018). Students and evaluation of web-based misinformation about vaccination: critical reading or passive acceptance of claims? In *International Journal of Science Education, Part B*, 8(3), S. 250-265.
- Wascke, J. (2017). Organe der Brusthöhle. In J. Wascke (Hrsg.), *Kurzlehrbuch Anatomie*. München: Elsevier.
- WEF (2015). *New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology*.
- Zeyer, A. & Dillon, J. (2014). Science | Environment | Health – Towards a reconceptualization of three critical and inter-linked areas of education. In *International Journal of Science Education* 36(9), S. 1409-1411.