



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Immunbiologie: SARS-CoV-2 - Corona

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



II.C.5

Immunbiologie

SARS-CoV-2 –Virusnachweis und Behandlung von Covid-19

Ein Beitrag von Friederike Nierste und Dr. Sebastian Röder
Mit Illustrationen von Dr. Sebastian Röder und Sylvana Timmer



© RAABE 2021

© stefanameri/Stock/Getty Images Plus

Die Corona-Pandemie ist derzeit das alles überschattende Thema für die gesamte Gesellschaft. Schülerinnen und Schüler erleben, wie wissenschaftliche Forschung abläuft, werden allerdings auch permanent damit konfrontiert, dass wissenschaftliche Erkenntnisse aus ganz unterschiedlichen Beweggründen in Frage gestellt werden. Mithilfe dieser Unterrichtsreihe werden die Lernenden kompetent darin gemacht, omniprésente Aspekte wie Virengenetik, das Corona-Testverfahren oder mögliche Therapieansätze zu verstehen und dadurch besser am Diskurs über die Thematik teilnehmen zu können.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	10, Sek II
Dauer:	7 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5)
Kompetenzen:	1. Aufbau und Vermehrung von SARS-CoV-2 beschreiben; 2. Nachweis des Virus mithilfe molekularbiologischer Methoden erläutern; 3. Therapieansätze beschreiben
Thematische Bereiche:	Immunbiologie, Viren

Fachwissenschaftliche Analyse

Dieser Beitrag beschäftigt sich am Beispiel des Virus SARS-CoV-2 inhaltlich mit dem Aufbau und der Vermehrung von behüllten Tierviren durch den lytischen Zyklus, der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) als Nachweismethode und der Wirkweise von antiviralen Medikamenten.

Aufbau und Vermehrung von Viren am Beispiel von SARS-CoV-2

SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus Type 2) gehört zu den Coronaviren, bei denen es sich um eine Gruppe von behüllten Viren handelt. Das heißt, sie sind nach außen durch eine Lipiddoppelschicht abgegrenzt. SARS-CoV-2 wird aus vier Arten von Strukturproteinen aufgebaut: S (Spike), M (Membrane), E (Envelope) und N (Nukleokapsid). In die Virusmembran sind S-, E- und M-Proteine eingelagert. Eine besondere Bedeutung hierbei hat das S-Protein, da es den Oberflächenkontakt des Virus zur Wirtszelle durch Andocken an den ACE2-Rezeptor herstellt und dem Virus seine typische „Kronengestalt“ (lat. corona) gibt. Das E-Protein ist wichtig beim Assembly und bei der Freisetzung des Virus aus der Wirtszelle. Das M-Protein ist der Hauptbestandteil der Außenmembran und damit wichtig für die Gestalt des Virus. Eine einzelsträngige RNA bildet im Inneren des Virus das genetische Material. Dieses ist von einem Nukleokapsid (dt. Kapsel) umgeben, das aus dem Nukleoprotein (N) besteht.

Die Vermehrung von Tierviren wie dem SARS-CoV-2 erfolgt, wie bei Bakteriophagen, durch einen lytischen Zyklus. SARS-CoV-2 dockt mithilfe des S-Proteins an den ACE2-Rezeptor auf der Wirtszelle an (Phase 1: Anheften/Adsorption). Eine wichtige Rolle spielt hierbei die Transmembranserineprotease auf der Oberfläche der Wirtszellen. Dieses Enzym ermöglicht über eine Interaktion mit dem ACE2-Rezeptor und dem viralen S-Protein das Eindringen (Phase 2: Penetration) des SARS-CoV-2 durch Endozytose. Im Zellinneren angekommen, wird das Virus aus dem Vesikel freigelassen. Dabei verschmelzen die Membran des Virus und die des Vesikels miteinander. Das Nukleokapsid wird abgebaut und die virale RNA wird frei (Phase 3: Freisetzung/Uncoating). SARS-CoV-2 besitzt eine RNA positiver Polarität, deshalb kann die RNA direkt als „Vorlage“ für viruspezifische Proteine genutzt werden. Es erfolgt die Translation. Gleichzeitig wird aus der viralen RNA mithilfe einer RNA-Polymerase weitere virale RNA repliziert (Phase 4: Vermehrung/Replikation), die beim Zusammenbau der Virenproteine (Phase 5: Assembly) in den fertigen Virus eingebaut wird. Nach dem Zusammenbau verlassen die neuen Viren die Wirtszelle durch Abschnürung (Phase 6: Freisetzung/Release).

Der Corona-Test und Real-Time-PCR

Beim Corona-Test muss der eigentlichen PCR eine Umschreibung von RNA in DNA vorangestellt werden, da das Virus ein RNA-Virus ist. Hierfür nutzt man reverse Transkriptasen. Die Primer für den Einsatz in der PCR werden gezielt auf Sequenzen aus dem Viruserbgut abgestimmt. Das bedeutet: Nur wenn in einer genommenen Probe tatsächlich auch Corona-Viren vorhanden sind, existiert nach der Probenaufarbeitung (inkl. reverse Transkriptasebehandlung) ein Template, an das die Primer binden können. Es kommt also nur in dem Falle zu einer Bildung von DNA, wenn die untersuchte Probe Corona-Virenerbgut enthalten hat. Für einen positiven Test ist also die entscheidende Aussage, dass DNA bei der PCR gebildet wird. Wird keine DNA gebildet, enthielt die Probe sehr wahrscheinlich keine Corona-Viren. Diese Tatsache macht es möglich, dass die Proben mittels einer sogenannten Real-Time-PCR (RT-PCR) behandelt werden. Hierbei wird dem PCR-Ansatz ein DNA-interkalierender Fluoreszenzfarbstoff beigefügt. Der Farbstoff ändert seine Eigenschaften bei Bindung an DNA. Durch das Verfolgen möglicher Fluoreszenzveränderungen lässt sich die Bildung von DNA „live“ mitverfolgen und damit ohne eine weitere Probenaufarbeitung eine Aussage über das Testergebnis

treffen. Wird DNA gebildet, ändert sich die Farbstoffeigenschaft, welche beobachtbar ist und damit ist das Testergebnis positiv, da entsprechende Template-DNA vorgelegen haben muss.

Antivirale Medikamente

Virustatika sind Medikamente, die sich gegen Viren richten. Sie greifen an verschiedenen Punkten des viralen Vermehrungszyklus an. Dadurch, dass es eine sehr enge Verknüpfung zwischen Viren und Wirtszelle gibt, ist eine Selektivität der Medikamente schwer zu erreichen. Dies kann zu einer Toxizität für den Menschen führen.

Die meisten Virostatika hemmen eine Polymerase, also ein Enzym, das die Polymerisation einzelner DNA- oder RNA-Nukleotide bewirkt (Replikation). Dabei unterscheidet man zwischen den Polymerase-Inhibitoren und den Polymerase-Hemmern. Die Inhibitoren sorgen über den Einbau falscher Bausteine in die virale RNA für einen Kettenabbruch. Die Hemmer hingegen inaktivieren das Enzym durch Bindung abseits des aktiven Zentrums. Zu den RNA-Polymerase-Inhibitoren gehört das im Zuge der Corona-Pandemie medial bekannt gewordene Arzneimittel Remdesivir.

Ein weiterer Ansatz, der zu Beginn des Vermehrungszyklus wirkt, ist die Verhinderung des viralen Eintritts in die Zelle, indem das Anheften des Virus an den Rezeptor mittels Entry-Inhibitoren oder das Eindringen des Virus in die Wirtszelle unterbunden wird.

Gegen Ende des Vermehrungszyklus greifen Medikamente ein, welche den Zusammenbau der Viruskomponenten verhindern oder – als sogenannte Release-Inhibitoren – das Virus beim Zellaustritt hindern.

Für eine extrazelluläre Wirkung können Antikörper entwickelt werden, welche das Virus an seinen spezifischen Oberflächenproteinen erkennen, binden und unschädlich machen.

Didaktisch-methodische Orientierung

Sich mit der Corona-Pandemie im Unterricht zu beschäftigen besitzt höchste Tagesaktualität für die Schülerinnen und Schüler¹ und wird auch aufgrund des sehr prägenden Charakters in den kommenden Jahren eine Gesellschafts- und Alltagsrelevanz haben. In einer Zeit von digitaler Desinformation sollten Schüler im Biologieunterricht nach Möglichkeit fachwissenschaftlich in die Lage versetzt werden, am öffentlichen Diskurs teilzuhaben und fachlich fundiertes Wissen einbringen zu können. Dies gilt auch für das Testverfahren, das in der vorliegenden Reihenplanung von den Schülern durchlaufen wird. Startpunkt für diese Unterrichtsgenese stellt ein junger Mann dar, der auf seinem Smartphone ein erhöhtes Risiko von der Corona-Warn-App angezeigt bekommt. In eine solche Situation können sich die Schüler sicher sehr gut hineinversetzen, da möglicherweise sie selbst oder nahe Bezugspersonen bereits in einer solchen Situation waren oder die Wahrscheinlichkeit groß ist, in eine solche Situation zu kommen. Hiervon ausgehend sollen Gedanken- und Handlungsgänge durchlaufen werden, die sich dieser Meldung anschließen. Damit trägt die Unterrichtssequenz auch dazu bei, gesellschaftlich verantwortungsvolles Handeln zu schulen (**M 1** und **M 2**). Direkter kann auch mit **M 3** in die Reihe alternativ eingestiegen werden, wobei eine Videosequenz einer Testung dazu dient, einen motivierenden Reiheneinstieg zu kreieren. Die folgenden Unterrichtssequenzen teilen sich in die Themenschwerpunkte Virengenetik (**M 4** und **M 5**), molekularbiologische Methoden am Beispiel Corona-Test (**M 6** bis **M 8**, PCR, Gelelektrophorese, RT-PCR) und als optionales Vertiefungsthema Behandlung von Viruserkrankungen (**M 9**).

Der so gewählte Aufbau ermöglicht es, den Umfang der Unterrichtsreihe für die eigenen Bedingungen angemessen anzupassen. Der methodische Schwerpunkt liegt dabei auf der Umsetzung von Text in Bild bzw. Bild in Text, eine äußerst abiturrelevante Kompetenz. Gerade der Umgang mit

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf nur noch „Schüler“ verwendet.

wissenschaftlichen Schemata erfordert intensives Üben. Die Reihe ist so aufgebaut, dass sich die Anforderungen der Arbeitsaufträge gemäß einer Kompetenzweiterentwicklung der Schüler erhöht. Als Lernvoraussetzung an dieser Stelle sind der molekulare Bau von Erbgut, Replikation und Proteinbiosynthese zu schaffen.




Die Materialien **M 4** und **M 9** liegen in unterschiedlichen Anforderungsniveaus vor und bieten durch die unterschiedlich angesprochenen Anforderungsbereiche in der Aufgabenstellung die Möglichkeit zur Binnendifferenzierung.

Mediathek

Internetadressen

- ▶ www.pharmazeutische-zeitung.de/das-macht-sars-cov-2-aus-117916/
Dargestellt werden Aufbau und Stabilität des SARS-CoV-2 anhand eines ausführlichen Informationstextes und verschiedenen Abbildungen. Ebenfalls wird ein kurzer Ausblick auf mögliche Impfstoffe gegeben (letzter Abruf: 09.12.2020).
- ▶ www.pharmazeutische-zeitung.de/alte-und-neue-ansatze/
Überblicksdarstellung zu Ansätzen therapeutischer Angriffspunkte bei viralen Erkrankungen. Thematisiert werden auch die HIV-Therapie und die Behandlung von Hepatitis C (letzter Abruf: 09.12.2020).
- ▶ [www.amboss.com/de/wissen/Grundlagen der Mikrobiologie und Virologie](http://www.amboss.com/de/wissen/Grundlagen_der_Mikrobiologie_und_Virologie)
Allgemeine übersichtliche Informationen zum Thema Viren. Aufbau, Vermehrung, Verbreitung und Therapie (letzter Abruf: 09.12.2020).
- ▶ <https://www.onmeda.de/selbsttests/quiz-coronavirus.html>
Hier findet sich ein kurzes Quiz (elf Fragen), das sich zur Abfrage von Vorwissen eignet (letzter Abruf: 09.12.2020).

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

	<p>Finden Sie dieses Symbol in den Lehrerhinweisen, so findet Differenzierung statt. Es werden zwei Niveaustufen unterschieden.</p>
<div style="text-align: center;">  <p>einfaches Niveau</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>schwieriges Niveau</p> </div>

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Tx = Infotext, Fv = Folienvorlage

1./2. Stunde

Thema: Die Corona-Warn-App schlägt Alarm – was nun? Einführung in das Thema.

- M 1** (Fv) **Die Corona-Warn-App schlägt Alarm ...**
M 2 (Ab) **Die Corona-Warn-App**
M 3 (Ab) **Ablauf eines Corona-Tests**

3./4. Stunde

Thema: Rund um den Erreger SARS-CoV-2: Aufbau und Vermehrung

- M 4** (Ab) **Aufbau von SARS-CoV-2 – das „Kronenvirus“**
M 5 (Ab) **Vermehrung von Viren – der lytische Zyklus**



5./6. Stunde

Thema: Nachweis des Erregers durch PCR

- M 6** (Ab) **Von der Probennahme zum Testergebnis – Ablauf eines Corona-Tests**
M 7 (Tx/Ab) **Polymerase-Kettenreaktion (PCR)**
M 8 (Tx/Ab) **PCR auswerten: Gelelektrophorese und Real-Time PCR**

7. Stunde

Thema: Mögliche Therapieansätze um Covid-19 zu verhindern.

- M 9** (Ab) **Behandlung von Viruserkrankungen wie SARS-CoV-2 – Wirkweise von Virustatika**



Minimalplan

Der Einstieg in die Einheit kann variabel gestaltet werden. Mit **M 1** wird ein motivierender und schülerorientierter Einstieg angeboten. Bei Zeitmangel kann alternativ mit dem Vorwissentest (s. Mediathek), oder direkt mit der Videosequenz (**M 3**) eingestiegen werden. Die Erarbeitung in der ersten Stunde erfolgt entweder mit **M 2** oder **M 3**. Der Unterrichtsgang kann ebenfalls durch eine Reduktion der 7. Stunde (**M 9**) gekürzt werden. So kann die Unterrichtsreihe auf fünf Stunden gekürzt werden.



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Immunbiologie: SARS-CoV-2 - Corona

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

