

VIRUS

ALARM

IN BLEIBHAUSEN

Dieses Heft sowie alle
Spielmaterialien finden
Sie zum Download oder
Bestellen unter
www.ista.ac.at/virusalarm

VIRUSAUSBREITUNG UND
GEGENMASSNAHMEN SPIELERISCH
ERFORSCHEN UND VERSTEHEN

Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe

VORWORT

Sehr geehrte Pädagog:innen,

Wir stehen mit Jahresanfang 2022 am Beginn des dritten Pandemiejahres. Das vergangene Jahr zeigte, wie wichtig Wissenschaft ist. Die in Rekordzeit entwickelten, wirksamen, und sicheren Impfstoffe und breite Impfkampagnen konnten in Europa tausende Todesfälle verhindern, ließen uns als Gesellschaft wieder durchatmen, und Schulen wurden endlich wieder zu einem sozialen Ort, wo gemeinsam gelernt werden kann. Es brachte aber auch Herausforderungen: neue, ansteckendere Virusvarianten, und im gesellschaftlichen Ringen um den Umgang mit der Pandemie entstand im besten Fall Verwirrung um eigentlich klare Fakten, im schlimmsten Fall tiefe Zerwürfnisse.

Die Verantwortung von uns Wissenschaftler:innen liegt nicht nur im Gewinnen neuer Erkenntnisse, der Entwicklung von Medikamenten und Impfstoffen. Wir müssen unsere Erkenntnisse und Arbeitsweise auch im Dialog mit der Gesellschaft offenlegen und gemeinsam reflektieren. Deswegen veröffentlichte das Institute of Science and Technology Austria (ISTA) im Herbst 2020 das Spiel „Virusalarm in Bleibhausen“. Mit ihm als Werkzeug können Sie und Ihre Schüler:innen auf spielerische Weise elementare wissenschaftliche Prozesse nachvollziehen: das Beobachten, Erfassen, und Analysieren von Daten, Schlüsse Ziehen und Prognosen Wagen. Das ermöglicht den Schüler:innen, die Ereignisse der letzten zwei Jahre einzuordnen, kritisch zu hinterfragen und die Stärken, aber auch die Grenzen von Wissenschaft besser zu verstehen. Die vorliegende aktualisierte Auflage geht auch auf die veränderte Lage in der Pandemie ein.

Um die gesellschaftliche Diskussionsgrundlage zu fördern und gemeinsam die Herausforderungen der Zukunft anzugehen, brauchen wir junge Menschen mit Daten- und Diskussionskompetenz und einem reflektierten Wissenschaftsverständnis. Und Forscher:innen, die das Vertrauen der Menschen in die Wissenschaft durch Dialog und Transparenz kontinuierlich vertiefen.

In diesem Sinn wünsche ich Ihnen und Ihren Schüler:innen viel Freude mit dem Spiel!

Gaia Novarino

Vizepräsidentin für Science Education
des Institute of Science and Technology Austria (ISTA)
März 2022

EINLEITUNG

„Virusalarm in Bleibhausen“ ist ein Spiel für Schüler:innen ab 12 Jahren. In **drei Unterrichtseinheiten** werden sie zu Wissenschaftler:innen und lernen auf spielerische und aktiv forschende Weise epidemiologische Basiskonzepte wie Reproduktionszahl, asymptomatische Übertragung, Inkubationszeit und exponentielles Wachstum kennen. Sie üben das Erheben, Dokumentieren und Analysieren von Daten, um auf Basis der eigenen Forschungsarbeit verschiedene Möglichkeiten zur Eindämmung eines Virus zu diskutieren.

In **Einheit 1 – Simulation der Virusausbreitung** (Seite 4) lernen die Schüler:innen, dass sich Viren exponentiell ausbreiten, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen werden. Sie diskutieren Basisreproduktionszahl, Hospitalisierungsrate und Letalität verschiedener Infektionskrankheiten.

In **Einheit 2 – Tanz mit den Tiger** (Seite 10) lernen die Schüler:innen wirksame Strategien zur Verlangsamung der Virusausbreitung kennen und diskutieren die gesellschaftlichen Folgen (Wirtschaftseinbruch, Arbeitslosigkeit, Bildungsverlust) von verschiedenen epidemiologischen Maßnahmen.

In **Einheit 3 – Impfung als Gamechanger** (Seite 15) lernen die Schüler:innen, welche Rolle Impfungen bei der Eindämmung einer Pandemie spielen und sie verstehen, wie sich unterschiedliche Durchimpfungsraten auf die Virusausbreitung und Anzahl an Erkrankten auswirken.

Ein Spiel mit 100 Einwohner:innen kann die Komplexität einer Pandemie in der realen Welt natürlich nicht 1:1 abbilden. Aber durch das Spiel erwerben die Schüler:innen ein epidemiologisches Grundverständnis, welches sie auch auf die Pandemie anwenden können. Das Spiel liefert etliche Anlässe, um aktuelle Maßnahmen zur Eindämmung der Virusausbreitung oder die Rolle einer Impfung mit den Schüler:innen zu diskutieren.

Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien und alle notwendigen Unterlagen (Spielplan, Datenblätter, Chips, ...) können Sie auch unter www.ista.ac.at/virusalarm downloaden oder bestellen*. Wenn Sie die Spielmaterialien selber ausdrucken, hat sich die Verwendung von **mehrfarbigen kleinen Nudeln oder getrockneten Bohnen als Spielsteine** anstelle der Chips bewährt.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Umsetzen der Ideen in Ihrem Unterricht und hoffen, dass Ihre Schüler:innen durch die aktive und kritische Auseinandersetzung mit dem Thema ein besseres Verständnis für die aktuelle Situation entwickeln.

Magdalena Steinrück (ISTA)
und **Christian Bertsch** (PH Wien)

* Online können Sie die Printversion der Unterrichtsmaterialien bestellen (in der 1. Auflage von 2020/21), aber auch eine Home-Edition für das Spielen zu Hause. Die der Home-Edition beiliegende Spielanleitung verwendet ein anderes Infektionsschema (Ansteckung aller Leute im gleichen Gebäude) als die vorliegenden Unterrichtsmaterialien (Ansteckung einer Nachbarperson).

Einheit 1

NOCH SO EIN VIRUS – SIMULATION EINER VIRUSAUSBREITUNG

Ziele der Unterrichtseinheit

- Schüler:innen verstehen, dass sich Viren exponentiell ausbreiten, wenn keine Gegenmaßnahmen (Impfung, Physical Distancing, spezielle Hygienevorkehrungen) getroffen werden.
- Schüler:innen verstehen das Konzept der Basisreproduktionszahl (R_0)
- Schüler:innen üben das Interpretieren von Daten und Erstellen von Diagrammen und lernen Grundkonzepte der mathematischen Modellierung von Infektionskrankheiten kennen.
- Schüler:innen diskutieren Basisreproduktionszahl, Hospitalisierungsrate und Letalität verschiedener Viruserkrankungen (z. B. SARS-CoV-2).

Fächer und Altersstufe

- Biologie, Mathematik, Geographie, Politische Bildung
- Ab der 6. Schulstufe

Dauer der Einheit

- 1 Unterrichtsstunde (30 Minuten Spiel / 20 Minuten Diskussion und Reflexion)

Benötigte Materialien pro Gruppe

- 1 Stadtplan, 100 weiße Chips (gesunde Einwohner:innen) und 100 gelbe Chips (infizierte Einwohner:innen), 1 Datenblatt Simulation, Stifte in drei Farben und ein Lineal, eine Münze oder eine Spielfigur, drei Schalen oder Kaffeetassen

Für die Lehrperson:

- Die Geschichte von Bleibhausen (siehe Hintergrundinformation)
- Optional: Powerpoint-Präsentation zur Visualisierung (Download auf www.ista.ac.at/virusalarm)

Vorbereitungen

- Die Klasse wird in Kleingruppen (3–4 Schüler:innen) eingeteilt.
- Jede Gruppe bekommt das Material.
- Die Chips sind die Einwohner:innen. Sie werden getrennt nach Farben in zwei Schalen gegeben. In der Schale mit den 100 weißen Chips (gesunde Einwohner:innen) werden zwei weiße Chips durch zwei gelbe Chips (im Urlaub infizierte Einwohner:innen) ersetzt und es wird gut durchgemischt. Diese Schale ist die Wohnsiedlung. Eine leere Schale wird auf die Klinik Bleibhausen gestellt.
- Ein Teammitglied ist für das Datenblatt Simulation zuständig, die anderen kümmern sich um die Chips.

Möglicher Unterrichtsverlauf

- 1 Nach Einteilung der Gruppen und Austeilen des Materials beginnt die Geschichte von Bleibhausen. **Lesen Sie die Geschichte bis zum Ende des ersten Tages** (bis inkl. „Phase 3 – der Tag geht zu Ende“). **Für jüngere** Schüler:innen kann die Arbeit mit den Datenblättern eine Herausforderung sein. **Helfen Sie mit oder spielen Sie einen Tag gemeinsam mit den Schüler:innen, bevor die Gruppen alleine weiterspielen.** Jede Gruppe spielt bis zum Ende von Tag 3.
- 2 **Gemeinsame Reflexion nach Tag 3:** Diskutieren Sie mit den Schüler:innen, wie viele Neuinfizierte dazugekommen sind. Die zwei Erstinfizierten konnten bis zum Abend des dritten Tages jeden Tag eine Person anstecken, falls Sie in Bleibhausen unterwegs waren. Am Abend des dritten Tages werden die ersten Infizierten krank und in der Klinik Bleibhausen isoliert. Jeder der beiden ersten Infizierten steckt also bis zu 3 Personen an. Im Durchschnitt sind es etwas weniger (ca. 2,3), da gelbe Chips ja auch in der Wohnsiedlung bleiben können, wo sie niemanden anstecken. Diese Zahl wird **Basisreproduktionszahl** (R_0) genannt. Sie gibt an, wie viele Menschen von einer infektiösen Person durchschnittlich angesteckt werden, wenn kein Mitglied der Population gegenüber dem Erreger immun ist (siehe auch Hintergrundinformation). R_0 des fiktiven NOSO-Virus liegt also bei ca. 2,3. Die R_0 -Zahl von SARS-CoV-2 liegt zwischen 3,3 und 3,8 (Robert Koch Institut, 2020), es ist also etwas ansteckender als das NOSO-Virus*.

- 3 Die Schüler:innen spielen selbständig bis Tag 10** (oder bis alle Einwohner:innen infiziert sind). Nach jedem Tag werden die Zähl-Tabellen am Datenblatt Simulation vervollständigt. Falls es nicht genug Einwohner:innen-Chips in der Wohnsiedlung gibt, um alle offenen Gebäude zu füllen, werden die offenen Gebäude im Uhrzeigersinn, angefangen beim Konzerthaus, befüllt.
- 4 Diskutieren Sie am Ende des Spieles gemeinsam die Diagramme der Schüler:innen.** Was war überraschend? Nutzen Sie dazu auch die Hintergrundinformation zu exponentiellem Wachstum und Modellbildung.
- 5 Diskutieren Sie mit den Schüler:innen auf Basis der Hintergrundinformation folgende Fragen:**
- Wie viele der einhundert Einwohner:innen mussten ins Krankenhaus? Ist das viel oder wenig?
 Im Spiel wurden alle Infizierten nach drei Tagen ins Krankenhaus geschickt. Beim SARS-CoV-2-Virus **müssen nur ca. 10 % aller Erkrankten im Spital behandelt werden, die anderen 90 % haben mildere Verläufe** oder gar keine Symptome und können sich zu Hause isolieren*.
 Wenn beim NOSO-Virus ebenfalls nur 10 % im Krankenhaus behandelt werden müssten, wie viele Krankenhausbetten hätten die verschiedenen Gruppen für ihre 100 Einwohner:innen benötigt?
 - In Österreich gibt es pro 100 Einwohner:innen 0,7 Krankenhausbetten (Statistik Austria 2020). Was bedeutet ein unkontrollierter Virusausbruch für die Gesundheitsinfrastruktur in Österreich? Warum sind Engpässe in Krankenhäusern auch für junge Menschen sehr gefährlich, die bei einer SARS-CoV-2-Infektion meistens milde Krankheitsverläufe haben?
- 6 Unter www.ista.ac.at/virusalarm/sim können Sie den Virusausbruch auch online simulieren** (Geimpfte: 0, Offene Gebäude: alle, Simulate! / Simulate 100x). Diskutieren Sie mit den Schüler:innen, warum 100 Simulationen aussagekräftiger sind als eine.
- 7 Ausblick** – Um Engpässe in Spitälern und auf Intensivstationen verhindern zu können, muss das Infektionsgeschehen verlangsamt werden. Wie das gelingen kann, wird in Einheit 2 erarbeitet.

Hintergrundinformation

Die **Basisreproduktionszahl R_0** gibt an, wie viele Personen von einer infizierten Person durchschnittlich angesteckt werden, vorausgesetzt, dass in der Bevölkerung keine Immunität besteht und keine infektionspräventiven Maßnahmen ergriffen wurden. Eine Infektion breitet sich langfristig nur dann aus, wenn ihr R_0 über 1 liegt. Es ist zu beachten, dass R_0 nicht nur eine Eigenschaft des Erregers ist, sondern auch von Randbedingungen, wie z. B. der Bevölkerungsdichte und dem Kontaktverhalten abhängig ist. Für die Basisreproduktionszahl von SARS-CoV-2 wurde in mehreren systematischen Reviews ein Wert von 3,3 bis 3,8 ermittelt*. Durch infektionspräventive Maßnahmen wie z. B. Abstand halten, das Tragen von Mund-Nase-Bedeckungen, Isolation Infizierter und Quarantäne von Kontaktpersonen kann die natürliche Übertragungsrate gesenkt werden, außerdem sinkt sie bei (deutlich) zunehmendem Anteil immuner Personen in der Bevölkerung (Robert Koch Institut, 2020).

Die **Inkubationszeit** gibt die Zeit von der Ansteckung bis zum Beginn der Erkrankung an. Beim NOSO-Virus sind es drei Tage. Die mittlere Inkubationszeit des SARS-CoV-2 wird in den meisten Studien mit 5–6 Tagen angegeben*.

* Die genannten Angaben zu SARS-CoV-2 beziehen sich auf die ursprüngliche Virusvariante, welche im Frühling 2020 die Pandemie auslöste. Spätere Varianten (z. B. Delta, Omikron) unterscheiden sich maßgeblich davon – sie sind je nach Variante ansteckender (höhere R_0 -Werte) oder unterscheiden sich in der Häufigkeiten schwerer Erkrankungen.

Unterschiede in der Ausbreitung des NOSO-Virus in der Spielwelt und der Ausbreitung des SARS-CoV-2-Virus in der echten Welt

Das NOSO-Virus (R_0 ca. 2,3) ist etwas weniger ansteckend als SARS-CoV-2 (R_0 ca. 3,5*), und ist – in unserer Vorstellung zumindest – nicht sehr gefährlich, niemand verstirbt in der Spielwelt an dem Virus und alle Erkrankten können auch das Krankenhaus wieder verlassen – was der Einfachheit halber im Spiel weggelassen wird. Aber alle mit dem NOSO-Virus Infizierten entwickeln Symptome und können dadurch zumindest nach drei Tagen zuverlässig isoliert werden. Das trifft auf SARS-CoV-2 nicht zu. Manche Menschen, die mit SARS-CoV-2 infiziert sind, entwickeln keine Symptome – sie erkranken nicht, können aber das Virus sehr wohl weitergeben und andere Menschen anstecken. Diese Menschen gehen auch nicht in Quarantäne, da sie ja gar nicht wissen, dass sie ansteckend sind. Manche Menschen wiederum übertragen SARS-CoV-2 nicht, auch wenn sie in engem Kontakt mit anderen stehen. Anders als im Spiel wird SARS-CoV-2 oft zwischen Menschen zu Hause übertragen. Zudem kann es in der Realität zu sogenannten Superspreading-Events kommen, bei denen viele (nicht nur eine) Personen im gleichen Gebäude von einer einzigen Person infiziert werden.

Fallsterblichkeit und Infektionssterblichkeit verschiedener Viruserkrankungen

- Fallsterblichkeit = Anzahl von Todesfällen im Vergleich zu allen **bestätigten Fällen**
- Infektionssterblichkeit = Anzahl von Todesfällen im Vergleich zu **allen (hochgerechneten) Infizierten**

Die Fallsterblichkeit bei SARS-CoV-2 ist stark abhängig vom Alter der Infizierten. Während sie bei Erkrankten bis etwa 50 Jahren unter 0,1 % liegt, steigt sie ab 50 Jahren zunehmend an und liegt bei Personen über 80 Jahren häufig über 10 %. Die Infektionssterblichkeit ist schwieriger zu beurteilen, da die tatsächliche Anzahl infizierter Menschen nur geschätzt werden kann, liegt aber immer unter der Fallsterblichkeit. Unbestritten ist, dass für Erwachsene mittleren Alters und ältere Menschen SARS-CoV-2 mit einer berechneten Infektionssterblichkeit zwischen 0,5 und 0,8 jedenfalls klar tödlicher ist als eine saisonale Influenza (Grippe) mit einer Infektionssterblichkeit zwischen 0,05–0,07 % (Levin et al. 2020).

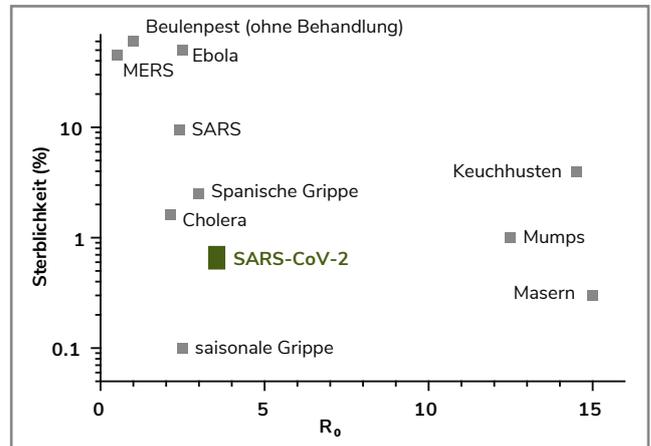


Abbildung 1: R_0 und Sterblichkeit bei ausgewählten Infektionskrankheiten. Die Sterblichkeit ist auf einer logarithmischen Skala aufgetragen. Infektiosere Varianten von SARS-CoV-2 weisen auch höhere R_0 -Werte als dargestellt auf.* Grafik adaptiert von the MicrobeScope.

Krankenhauskapazitäten in Österreich

In Österreich gibt es pro 1.000 Einwohner:innen 7,3 Spitalsbetten (Statistik Austria, 2020), pro 100 Einwohner:innen steht also nicht einmal ein Bett zur Verfügung. Wenn mehr Personen gleichzeitig ein Spitalsbett brauchen, sprengt das die Kapazitäten und es können einzelne schwere Fälle nicht aufgenommen werden, es kommt zu sogenannten Triagen. Um dies zu verhindern, werden nicht lebensnotwendige Operationen verschoben. Wenn die Virusausbreitung nicht kontrolliert werden kann, sind Triagen nicht zu vermeiden. Noch kritischer ist bei SARS-CoV-2 die Kapazität für intensivmedizinische Behandlungen. Auch wenn nur ein kleiner Teil der Infizierten ein Intensivbett braucht, so kann es bei SARS-CoV-2 sehr schnell zu einer Auslastung der Kapazitäten kommen, da diese Patienten besonders lange eine Intensivversorgung benötigen.

* Die genannten Angaben zu SARS-CoV-2 beziehen sich auf die ursprüngliche Virusvariante, welche im Frühling 2020 die Pandemie auslöste. Spätere Varianten (z. B. Delta, Omikron) unterscheiden sich maßgeblich davon – sie sind je nach Variante ansteckender (höhere R_0 -Werte) oder unterscheiden sich in der Häufigkeiten schwerer Erkrankungen.

Zur Mathematik und Modellbildung von Virenausbreitungen

„Virusalarm in Bleibhausen“ bietet die Möglichkeit auf Grundkonzepte der mathematische Modellbildung einzugehen. Der Sinn einer Modellierung ist es, einen Blick in die Zukunft zu bekommen, damit man in der Gegenwart adäquat handeln kann.

Das Ausbreitung eines Virus wie zum Beispiel des NOSO-Virus oder des SARS-CoV-2-Virus verläuft – ohne Gegenmaßnahmen – anfangs exponentiell (2^t mit t = Verdoppelungsintervalle). Irgendwann sind dann viele Menschen infiziert oder wieder gesund und immun – dem Virus gehen die Opfer aus, sodass der Anstieg nur mehr linear verläuft, und noch später flacht die Kurve ab. Das ist eine logistische Funktion oder auch S-Funktion, welche kennzeichnend ist für sogenannte SIR-Modelle (susceptible, infected, recovered). Das Virusspiel in der hier vorgestellten Variante zeigt den exponentiellen Anstieg zu Beginn einer Pandemie.

Exponentielles Wachstum kann auch durch das Falten eines Blatt Papiere veranschaulicht werden. Mit jedem Faltvorgang verdoppelt sich die Dicke des Papiers. Das Blatt ist zu Beginn ca. 0,1 mm dick. Wenn Sie das Blatt einmal falten, wächst es auf 0,2 mm an. Wenn Sie es nochmal falten, kommt es auf 0,4 mm. Nach dem fünften Falten ist das Blatt 3,2 mm dick. Zehnmal falten und das anfangs sehr dünne Blatt ist schon über 10 Zentimeter dick. Und jetzt geht es schnell. 24 Mal falten und das Blatt ist 1,6 Kilometer dick. Nach 30 Faltungen ist es über 100 Kilometer dick. Mit 42 Faltungen erreichen Sie (theoretisch) den Mond, nach 51 die Sonne und das Blatt wäre **über 220 Millionen Kilometer dick**.

Wenn mathematische Modelle helfen sollen, Prognosen über die Virusverbreitung zu treffen, benötigt man möglichst genaue Informationen über das Virus. Mathematische Modelle brauchen je nach Ziel Modellparameter wie zum Beispiel Inkubationszeit, Basisreproduktionszahl, Beginn und Dauer der Infektiosität, Saisonalität, Anteil der Immunität in der Bevölkerung, Hospitalisierungsdauer und noch viele andere. Deshalb werden Modelle besser, je mehr wir über ein Virus Bescheid wissen. Bei Größen wie Inkubationszeit oder Hospitalisierungsrate bedienen sich Modelle verschiedener wissenschaftlicher Studien. Deshalb ist es zu Beginn einer Pandemie oder nach dem Auftreten neuer Virusvarianten besonders wichtig, möglichst schnell valide Information über ein Virus zu bekommen.

Weiterführende Literatur und Links

- Avci, D., Kreil, M., Tanriverdi, H. & Zierer M. (20. März 2020). *Lieber auf Abstand* [Simulation]. Abgerufen von <https://web.br.de/interaktiv/corona-simulation/>
- HAW Hamburg, Department Medientechnik (18. März 2020). *Mathematik in Zeiten von Corona: Was ist exponentielles Wachstum?* Abgerufen von <https://www.youtube.com/watch?v=2hkpfR-J5os&feature=youtu.be>
- Levin, A. T., Hanage, W. P., Owusu-Boaitey, N., Cochran, K. B., Walsh, S. P., & Meyerowitz-Katz, G. (2020). *Assessing the Age Specificity of Infection Fatality Rates for COVID-19: Systematic Review, Meta-Analysis, and Public Policy Implications*, 1–26. doi: 10.1101/2020.07.23.20160895
- Prüß, J. W., Schnaubelt, R., Zacher, R. (2008). *Mathematische Modelle in der Biologie: Deterministische homogene Systeme*. Basel: Birkhäuser.
- Robert Koch Institut (11. Dezember 2020). *Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19*. Abgerufen von https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html
- Salathé, M. & Case, N. (1. Mai 2020). *Wie geht es weiter? Zukunftsszenarien von COVID-19: eine spielbare Simulation* [Simulation]. Abgerufen von <https://tquev.github.io/covid-19/>
- Statistik Austria (2020). *Jahrbuch der Gesundheitsstatistik*. Abgerufen von http://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/4/index.html?includePage=detailed-View§ionName=Gesundheit&pubId=790

DIE GESCHICHTE VON BLEIBHAUSEN

Es ist ein schöner Frühlingstag, als im 100 Einwohner-Städtchen Bleibhausen zwei Leute vom Skiurlaub zurückkommen. Was die beiden nicht wissen: Sie haben sich im Urlaub mit dem neuen NOSO-Virus (NOch SO ein Virus) angesteckt. Sie fühlen sich noch ganz gesund, gehen in die Stadt und können dort andere Menschen anstecken. Sie sind also **symptomfrei infiziert**. Erst nach drei Tagen Inkubationszeit fühlen sie sich krank. Sie kommen zur Behandlung in die Klinik Bleibhausen und gehen nicht mehr in die Stadt. Aber wie viele Leute haben die beiden schon unbemerkt angesteckt? Ist ein großer Virusausbruch noch zu verhindern?

Ihr seid ein Team von Wissenschaftler:innen mit dem Spezialgebiet Epidemiologie (= Erforschung von Krankheiten in Gesellschaften). Eure Aufgabe ist es, herauszufinden, was passieren kann, wenn zwei Infizierte nach Bleibhausen kommen. Dafür spielen wir gemeinsam den Verlauf eines möglichen Virusausbruch durch („Wir simulieren die Virusausbreitung“). Ihr dokumentiert und beobachtet was passiert, wenn sich das Virus ohne Gegenmaßnahmen in einer Stadt ausbreitet. Ihr sammelt Daten, dokumentiert und zieht Schlussfolgerungen.

Jeder Tag besteht aus 3 Spielphasen:

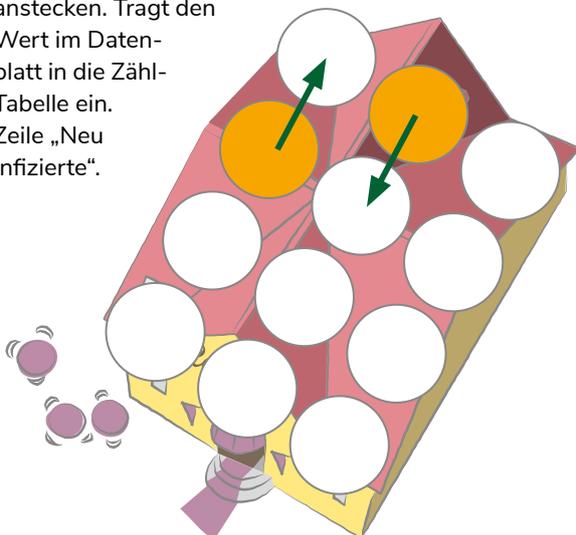
Phase 1: Der Tag beginnt

Die Einwohner:innen von Bleibhausen stehen in der Früh auf, verlassen die Wohnsiedlung, besuchen Gebäude in der Stadt und gehen zur Schule.

- Rückt mit der Tagesmünze oder der Spielfigur einen Tag nach vor.
- Nehmt ohne Hinschauen Einwohner:innen-Chips aus der gut durchmischten Schale und bildet damit Stapel in der Hand.
- Befüllt alle Gebäude von Bleibhausen, indem ihr immer den obersten Chip nehmt. Beginnt beim Konzerthaus.

Phase 2: Das Virus breitet sich aus

- Kontrolliert alle Gebäude. Befindet sich darin eine infizierte Person (gelber Chip)? Wenn, ja, steckt sich **eine unmittelbar benachbarte Person** (oben, unten, links oder rechts) mit dem NOSO-Virus an. Tauscht diesen weißen Chip durch einen gelben aus!
- Zählt, wie viele weiße Chips sich neu anstecken. Tragt den Wert im Datenblatt in die Zähl-Tabelle ein. Zeile „Neu Infizierte“.



Phase 3: Der Tag geht zu Ende

- Die Einwohner:innen gehen nach Hause. Gebt die Chips, die am Stadtplan waren, zurück in die Wohnsiedlung.
- Vervollständigt die Zähl-Tabelle am Datenblatt „Simulation“. Füllt nach jedem Tag die restlichen orangefarbenen und roten Felder des heutigen Tages aus.
- Bleibhausen geht schlafen.

Zähl-Tabelle										
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neu Infizierte	2	3	6	11						
Schon 1 Tag Infizierte	2	2	3	6						
Schon 2 Tage Infizierte	2	2	3							
Neu Erkrankte (+ Klinik)	2	4								

Diagramm-Tabelle										
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infizierte gesamt	4	7	13	24						
davon Kranke gesamt	0	0	2	4						
Gesunde	96	93	87	76						

Reflexion nach Tag 3 (siehe Unterrichtsverlauf)

Spielt die ersten drei Tage analog zu Tag 1 durch und tragt die Daten in die Zähl-Tabelle ein. Am Ende von Tag 3 werden die ersten Einwohner:innen (anfangs die 2 Erstinfizierten) krank und gehen in die Klinik. In weiterer Folge bekommen all jene Einwohner:innen, die sich vor drei Tagen angesteckt haben, Symptome und werden ebenfalls in der Klinik behandelt und isoliert. Schickt am Ende jedes Tages Neuerkrankte (siehe Zähl-Tabelle) in die Klinik, indem ihr die entsprechende Zahl an gelben Chips aus dem Spiel in die Schale auf oder neben der Klinik Bleibhausen legt.

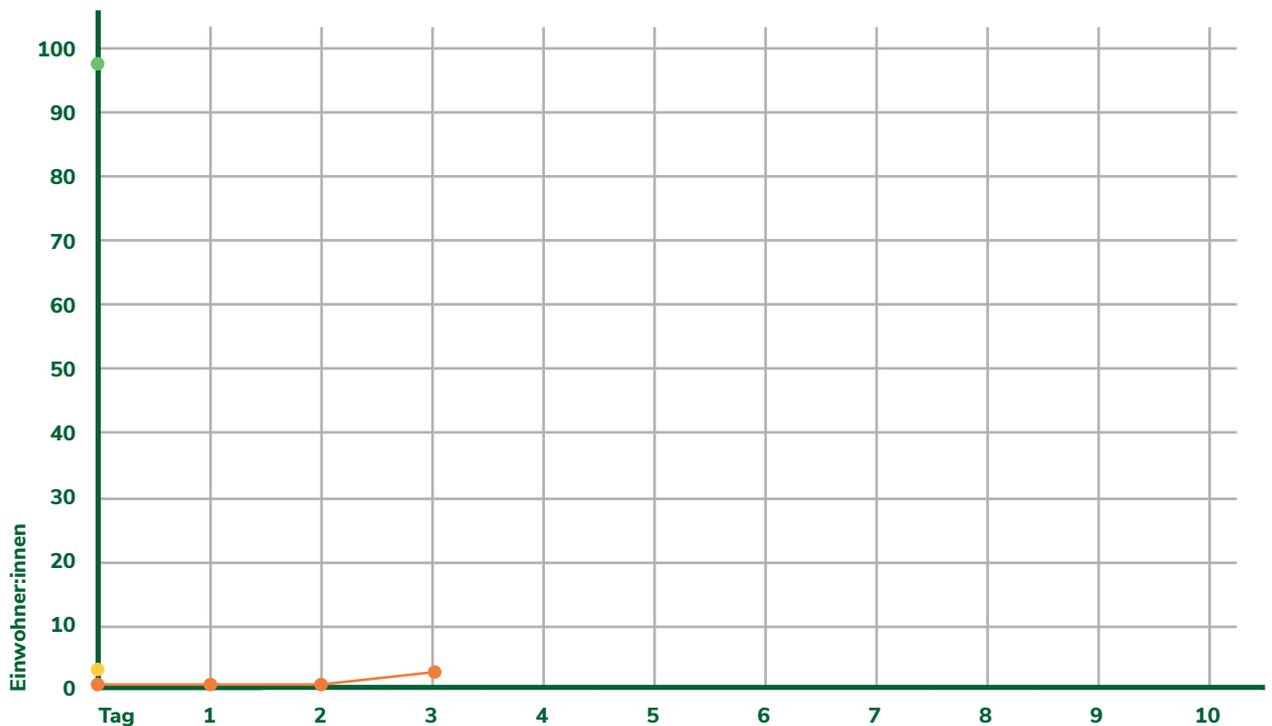
Spielt bis Tag 10 oder bis alle Einwohner:innen von Bleibhausen infiziert sind und verfolgt das Geschehen im Diagramm. Als Wissenschaftler:innen interessiert euch der Verlauf der Virusverbreitung. Deshalb erstellt ihr aus den Daten ein Diagramm. Zählt und berechnet, wie viel Gesunde und Infizierte es insgesamt pro Tag gibt. Tragt die Werte im Diagramm ein und verbindet die Punkte mit Linien in unterschiedlichen Farben.

Zähl-Tabelle

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neu Infizierte										
Schon 1 Tag Infizierte	2									
Schon 2 Tage Infizierte		2								
Neu Erkrankte (→ Klinik)			2							

Diagramm-Tabelle

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infizierte gesamt										
davon Kranke gesamt										
Gesunde										



Einheit 2

DER TANZ MIT DEM TIGER – MASSNAHMEN ZUR KONTROLLE DER VIRUSAUSBREITUNG

Ziele der Unterrichtseinheit

- Die Schüler:innen diskutieren, welche Strategien wirksam sind, um ein Virus einzudämmen oder seine Ausbreitung zu verlangsamen.
- Die Schüler:innen lernen die Begriffe Basisreproduktionszahl (R_0) und Nettoproduktionszahl (R oder R_{eff}) zu unterscheiden.
- Die Schüler:innen verstehen die Notwendigkeit des „Physical/Social Distancing“.
- Die Schüler:innen diskutieren die gesellschaftlichen Folgen (Wirtschaftseinbruch, Arbeitslosigkeit, Bildungsverlust) von verschiedenen epidemiologischen Maßnahmen.

Fächer und Altersstufe

- Biologie, Mathematik, Geografie, Politische Bildung
- Ab der 6. Schulstufe

Dauer der Einheit

- 1 Unterrichtsstunde (30 Minuten Spiel / 20 Minuten Diskussion und Reflexion)

Benötigte Materialien pro Gruppe

- 1 Stadtplan, 100 weiße Chips (gesunde Einwohner:innen) und 100 gelbe Chips (infizierte Einwohner:innen), 1 Datenblatt Challenge, Sperrtafeln, Stifte, eine Münze oder eine Spielfigur, drei Schalen oder Kaffeetassen

Für die Lehrperson

- Geschichte von Bleibhausen – Spielvariante Challenge (Hintergrundformationen)

Vorbereitungen

- Die Klasse wird in Kleingruppen (3–4 Schüler:innen) eingeteilt.
- Jede Gruppe bekommt das Material.
- Die Chips sind die Einwohner. Sie werden getrennt nach Farben in zwei Schalen gegeben. In der Schale mit den 100 weißen Chips (gesunde Einwohner:innen) werden zwei weiße Chips durch zwei gelbe Chips (im Urlaub infizierte Einwohner:innen) ersetzt und es wird gut durchgemischt. Diese Schale ist die Wohnsiedlung. Eine leere Schale wird auf die Klinik Bleibhausen gestellt.
- Ein Teammitglied ist für das Datenblatt Challenge zuständig, die anderen kümmern sich um die Chips.

Möglicher Unterrichtsverlauf

- 1 Der Spielablauf ist prinzipiell ähnlich wie in Einheit 1 (Simulation). Während die Simulation jedoch die Virusbreitung veranschaulichen soll, ist das Ziel dieser Einheit, die Virusbreitung einzudämmen. Die Schüler:innen **entscheiden jeden Tag, welche Gebäude zu sperren sind und welche offen bleiben. Jeden Tag gibt es für gesperrte Gebäude Strafpunkte.** Für gesunde Einwohner:innen bekommt man jeden Tag Gesundheitspunkte.
- 2 Nach Einteilung der Gruppen und Austeilen des Materials beginnt die Geschichte von Bleibhausen (siehe Hintergrundinformation). **Lesen Sie die Geschichte bis zum Ende des ersten Tages.** Für jüngere Schüler:innen kann die Arbeit mit den Datenblättern eine Herausforderung sein. **Helfen Sie mit oder spielen Sie einen Tag gemeinsam mit den Schüler:innen, bevor die Gruppen alleine weiterspielen.**
- 3 **Gemeinsame Reflexion nach Tag 3:** Diskutieren Sie mit den Schüler:innen, wie viele Neuinfizierte dazu gekommen sind. Falls Sie davor Einheit 1 gespielt haben, vergleichen Sie die Zahl der Neuinfizierten nach Tag 3. Die zwei Erstinfizierten konnten bis zum Abend des dritten Tages jeden Tag eine Person anstecken, falls sie in Bleibhausen unterwegs waren. Am Abend des dritten Tages werden die Infizierten krank und in der Klinik Bleibhausen isoliert. Ohne Gegenmaßnahmen kann jeder Infizierte also bis zu 3 Personen anstecken. Im Durchschnitt sind es etwas weniger (ca. 2,3), da gelbe Chips ja auch in

der Wohnsiedlung bleiben können, wo sie niemanden anstecken. Diese Zahl wird **Basisreproduktionszahl** (R_0) genannt. Wenn jetzt einzelne Gebäude geschlossen werden, verringern wir die Wahrscheinlichkeit, dass Infizierte in Bleibhäusern unterwegs sind und andere Personen anstecken. Je mehr Gebäude geschlossen werden, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass andere Personen infiziert werden. Der R-Wert wird kleiner. Die **Nettoreproduktionszahl (R) oder effektive Reproduktionszahl** (R_{eff}) gibt an, wie viele Menschen ein Infizierter durchschnittlich ansteckt, wenn verschiedene Maßnahmen – etwa Verringerung der Kontaktmöglichkeit durch Sperren von Gebäuden – gesetzt werden. Ziel dieser Maßnahmen ist, R unter den Wert von 1 zu bekommen. Wenn im Durchschnitt jede Person weniger als eine weitere Person ansteckt, geht das Infektionsgeschehen zurück.

- 4 **Die Schüler:innen spielen selbständig bis Tag 10** (oder bis alle Einwohner:innen infiziert sind). Jeden Tag wird neu entschieden, welche Gebäude offen sind und welche geschlossen werden. Nach jedem Tag werden die Zähl-Tabellen am Datenblatt Challenge vervollständigt. Kranke (seit drei Tagen infiziert) werden in der Klinik Bleibhäuser isoliert. Falls es nicht genug Einwohner:innen-Chips in der Wohnsiedlung gibt, um alle offenen Gebäude zu füllen, werden die offenen Gebäude im Uhrzeigersinn, angefangen mit dem Konzerthaus, befüllt.
- 5 **Vergleichen Sie am Ende des Spieles im Plenum die Zähl-Tabellen der Schüler:innen.** Welche Maßnahmen führen zu einer hohen Anzahl an Tages- und Gesamtpunkten? Wie viele Kranke mussten bei den einzelnen Gruppen in den 10 Tagen im Spital isoliert werden?
- 6 **Diskutieren Sie mit den Schüler:innen auf Basis der Hintergrundinformation folgende Fragen:**
 - Welche Maßnahmen waren besonders erfolgreich bei der Eindämmung der Virusausbreitung?
 - Angenommen nur 10 % der Erkrankten müssen in der Klinik behandelt werden (Vergleichswert für SARS-CoV-2) und es steht pro 100 Einwohner:innen 1 Krankenhausbett zu Verfügung (in Österreich 0,7 pro 100 Einwohner:innen). Reichen die Maßnahmen der Schüler:innen aus, um die Spitalsinfrastruktur nicht zu überlasten?

- Welche Nebeneffekte haben Maßnahmen wie längere Schließungen (Wirtschaftseinbruch, Arbeitslosigkeit, weniger Zugang zu Bildung)?
 - Warum führt die Schließung mancher Einrichtungen (Schule, Apotheke) zu mehr Strafpunkten? Ist das nachvollziehbar?
 - Welche weiteren Maßnahmen sind denkbar, um ohne harte Lockdowns (vollständige Schließung nicht essenzieller Einrichtungen) die Virusausbreitung zu verlangsamen?
 - Gibt es bei dem Spiel auch so etwas wie Glück und Pech?
- 7 **Unter www.ista.ac.at/virusalarm/sim können Sie den Virusausbruch auch online simulieren** (Geimpfte: 0, Offene Gebäude: individuell anpassen, Simulate! / Simulate 100×). Simulieren Sie unterschiedliche Schließungsszenarien und diskutieren Sie mit den Schüler:innen die Mittelwerte nach 100 Simulationen. Achtung: Beim Simulator kann anders als im Spiel nur zu Beginn der 10 Tage eine Entscheidung über Gebäudeschließungen für die gesamte Periode getroffen werden, nicht für jeden Tag.
 - 8 **Ausblick:** Um die Virusverbreitung langfristig kontrollieren zu können, ohne durch wiederkehrende Lockdowns das gesellschaftliche und wirtschaftliche Leben weiter zu reduzieren, werden Behandlungsmaßnahmen (wirksame Medikamente) oder Präventivmaßnahmen (Impfungen) benötigt. Wie eine Impfung die Virusausbreitung abschwächen und verhindern kann, wird in Einheit 3 erarbeitet.

Hintergrundinformation

Die Nettoreproduktionszahl oder effektive Reproduktionszahl (R oder R_{eff}) ist die Zahl an Angesteckten pro Infiziertem, wenn infektionspräventive Maßnahmen wie z. B. Abstandhalten, das Tragen von Mund-Nase-Bedeckungen, Isolation Infizierter und Quarantäne von Kontaktpersonen berücksichtigt werden. Sie ist stets kleiner als R_0 . Auch wenn ein großer Teil der Menschen immun ist, sei es durch Impfung oder vorherige Erkrankung, sinkt R_{eff} . Das Ziel all dieser Maßnahmen ist ein Absenken von R_{eff} unter den Wert 1. Eine Reproduktionszahl von $R_{\text{eff}} = 1$ stellt die wichtige Schwelle zwischen exponentiellem Wachstum und exponentiellem Abfall der Neuinfektionen dar. Je tiefer der R_{eff} -Wert gesenkt werden kann, desto besser aus epidemiologischer Sicht.

Solange uns keine Impfung gegen das SARS-CoV-2-Virus zur Verfügung stand, gab es **drei grundlegende Strategien** im Umgang mit diesem Virus:

- 1 **Ignorieren** und die Epidemie laufen lassen mit dem Ziel einer schnellen Durchseuchung: Dies hätte in Österreich im Falle von SARS-CoV-2 zu zehntausenden Toten geführt. Besonders belastet wären vulnerable Gruppen (alte Menschen, Menschen mit Vorerkrankungen) und Mitarbeiter:innen des Gesundheitssystems. Aber auch für junge Menschen ist eine derartige Strategie sehr gefährlich. Eine Überlastung des Gesundheitssystem und volle Spitäler/Intensivstationen führen auch bei jungen Menschen zu vermeidbaren Todesfällen (z. B. kann ein Sport-, Auto- oder Mopedunfall schnell problematisch werden).
- 2 **Eliminieren**: Diese Strategie haben Länder wie Neuseeland oder Australien verfolgt und teilweise erfolgreich umgesetzt. Durch sehr strenge und teilweise sehr lange Lockdown-Regelungen, gepaart mit rigorosen Einreisebestimmungen wurden z. B. in Neuseeland Virusausbrüche zumindest vorübergehend komplett zum Erliegen gebracht. Einzelne Neuinfektionen gab es nur im Zusammenhang mit Reisenden. Die Wirtschaft – stark abhängig vom Tourismus – brach stark ein, da keine Urlaubsreisen nach Neuseeland erlaubt sind. Für Binnenländer wie Österreich – stark eingebunden in einen europäischen Markt – wäre so eine Strategie im Alleingang kaum umsetzbar.
- 3 **Eindämmen**: Eine konsequente Eindämmung war aus epidemiologischer Sicht vor der Erreichung einer hohen Durchimpfung eine sinnvolle Strategie **für Länder wie Österreich oder Deutschland**. Anfangs muss die Anzahl der Neuinfektionen binnen Wochen so weit zurückgedrängt werden (Lockdown), dass umfangreiche Kontakteinschränkungen durch effiziente Kontaktnachverfolgungen ersetzt werden können. Je härtere Maßnahmen gesetzt und eingehalten werden, desto kleiner wird R_{eff} und desto schneller kann dies erreicht werden. Dieser Ansatz wurde „Hammer and Dance“ genannt. Zunächst mit einem Hammer draufhauen, um die Infektionsübertragung bestmöglich zu unterbrechen. Ein harter Lockdown ist so ein Hammer. Anschließend folgt der „Tanz mit dem Tiger“ (C. Drosten). Man öffnet beispielsweise

Schulen, Geschäfte und Lokale unter bestimmten Auflagen (Mund-Nasen-Schutz, Abstand halten, keine zu großen Gruppen, Nachverfolgung von Kontakten), um die Virusausbreitung kontrollieren zu können (= R_{eff} mittelfristig nicht über 1 steigen zu lassen). Damit dieser Tanz mit dem Virus gelingt und keine weiteren Lockdowns folgen, müssen Infektionen vermieden bzw. so schnell wie möglich erkannt werden, um Infektionsketten zu unterbrechen. Hier können Jugendliche und Personen mit vielen sozialen Kontakten durch Einhaltung der empfohlenen Maßnahmen (Abstand halten, Mund-Nasen-Schutz in geschlossenen Räumen, keine großen Gruppen, Contact Tracing App verwenden) in ganz besonderer Weise dazu beitragen, Übertragungen zu verhindern.

Besonders in frühen Phasen einer Epidemie oder in „kleinen Gesellschaften“ wie der fiktiven Gesellschaft von Bleibhausen spielt auch der Zufall eine große Rolle **für die Virusausbreitung. Während Zahlen wie R die durchschnittliche Anzahl an Folgeansteckungen beschreibt, gibt es auch immer Fälle, in denen entweder niemand angesteckt wird, oder sehr viele Leute auf einmal angesteckt werden („Superspreading“)**. Dementsprechend gibt es auch für Maßnahmen – im Spiel wie in der Realität – keine (sofortigen) Erfolgsgarantien. Trotz eines harten Lockdowns kann es vereinzelt zu Ansteckungen kommen. Umgekehrt kann es trotz eines laxen Umgangs mit ersten Infektionen eine kurze Zeit lang „gut gehen“.

Weiterführende Literatur und Links

- Robert Koch Institut (11. Dezember 2020). Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19. Abgerufen von https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html
- Salathé, M. & Case, N. (1. Mai 2020). *Wie geht es weiter? Zukunftsszenarien von COVID-19: eine spielbare Simulation* [Simulation]. Abgerufen von <https://tquev.github.io/covid-19/>
- Meyer-Hermann, M, Pigeot, I., Priesemann, V., Schöbel, A. (2020). Adaptive Strategien zur Eindämmung der COVID-19-Epidemie. Abgerufen von <https://www.mpg.de/14759871/corona-stellungnahme>

DIE GESCHICHTE VON BLEIBHAUSEN – SPIELVARIANTE „CHALLENGE“

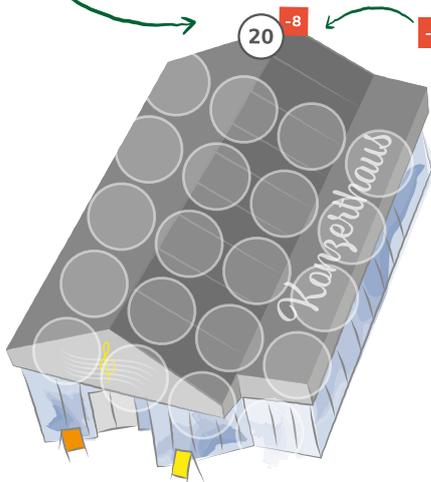
Als Stadtregierung von Bleibhausen seid ihr für das Wohl eurer Einwohner:innen verantwortlich. Laut Zeitungsberichten droht der Ausbruch einer neuen Krankheit. Ihr könnt Gebäude eurer Stadt schließen, um das Ansteckungsrisiko zu verringern. Das Schließen von Gebäuden ist aber mit unangenehmen Folgen (Wirtschaftseinbruch, Arbeitslosigkeit, Bildungsverlust, ...) verbunden. Findet ihr eine gute Strategie, um einen großen Virenausbruch zu verhindern?*

Jeder Tag besteht aus vier Spielphasen:

Phase 0: Maßnahmen beschließen

Entscheidet, ob und welche Gebäude ihr heute geschlossen halten wollt. Legt dafür die Sperrtafeln auf Gebäude. Auf dem Stadtplan seht ihr, wie viele Strafpunkte die Schließung unterschiedlicher Gebäude kostet. Markiert eure Strafpunkte in der oberen Tabelle am Datenblatt. Zum Vergleich: Für gesunde Einwohner:innen bekommt ihr am Ende des Tages je einen Gesundheitspunkt/Einwohner:in gutgeschrieben.

20 An dieser Zahl und an den hellen Kreisen erkennt ihr, wie viele Einwohner:innen-Chips jeweils in das Gebäude kommen.



-8 An dieser Zahl seht ihr, wie viele Strafpunkte die Schließung dieses Gebäudes kostet.

Zähl-Tabelle		Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neu Infizierte												
Schon 1 Tag Infizierte			2									
Schon 2 Tage Infizierte				2								
Neu Entranke (+Klinik)					2							
Gesunde												
Tagespunkte		Für eure Tagespunkte zieht die Strafpunkte des Tages von der Anzahl der aktuell Gesunden ab.										
Tagespunkte		Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tagespunkte												

Phase 2: Das Virus breitet sich aus

- Kontrolliert alle offenen Gebäude. Befindet sich darin eine infizierte Person (gelber Chip)? Wenn, ja, steckt sie eine unmittelbar benachbarte Person (oben, unten, links oder rechts) mit dem NOSO-Virus an. Tauscht diesen weißen Chip durch einen gelben aus! Zuhause steckt sich niemand an: Weiße Chips, die in der Wohnsiedlung geblieben sind, bleiben weiß.
- Zählt, wie viele weiße Chips sich in Gebäuden mit gelben Chips neu anstecken und tragt den Wert in die Zähl-Tabelle am Datenblatt „Challenge“ ein (Zeile „Neu Infizierte“).

Phase 3: Der Tag geht zu Ende

- Die Einwohner:innen gehen nach Hause. Gebt die Chips, die am Stadtplan waren, zurück in die Wohnsiedlung.
 - Vervollständigt die Zähl-Tabelle am Datenblatt „Challenge“. Füllt nach jedem Tag die restlichen orangefarbenen und roten Felder des heutigen Tages aus und berechnet eure Tagespunkte, indem ihr die Strafpunkte des Tages von der Anzahl der Gesunden abzieht.
- Bleibhausen geht schlafen. Gebt alle Chips vom Stadtplan zurück in die Wohnsiedlungsschale und mischt gut durch.

Phase 1: Der Tag beginnt

Die Einwohner:innen von Bleibhausen stehen in der Früh auf, verlassen die Wohnsiedlung, besuchen Gebäude in der Stadt und gehen zur Schule. Rückt mit der Tagesmünze oder der Spielfigur einen Tag vor.

- Nehmt ohne Hinschauen Einwohner:innen-Chips aus der gut durchmischten Schale, bildet Stapel und befüllt im Uhrzeigersinn die offenen Gebäude von Bleibhausen. Gesperrte Gebäude und die Klinik werden nicht mit Chips belegt.
- Übrige Chips bleiben in der Wohnsiedlungsschale (zuhause Gebliebene).

- **Am Ende von Tag 3** werden die ersten Einwohner (anfangs die 2 Erstinfizierten) krank und gehen in die Klinik. In weiterer Folge bekommen all jene Einwohner:innen, die sich vor drei Tagen angesteckt haben, Symptome und werden ebenfalls in der Klinik behandelt und isoliert. Schickt am Ende jedes Tages Neuerkrankte (siehe Zähl-Tabelle) in die Klinik, indem ihr die entsprechende Zahl an gelben Chips in die Schale auf der Klinik Bleibhausen legt.

Spielt bis Tag 10 oder bis alle Einwohner:innen von Bleibhausen infiziert sind. Sollte es irgendwann nur mehr kranke Einwohner:innen geben, tragt für jeden verbleibenden Tag 50 Strafpunkte ein. Berechnet euren Gesamtscore indem ihr alle Tagespunkte zusammenzählt. Vergleicht eure Ergebnisse mit anderen Teams und diskutiert gemeinsam eure Strategien. Seid ihr echte Pandemieprofis?

* Gegenüber einer echten Stadtregierung habt ihr den Vorteil, dass ihr jederzeit sehen könnt, wie viele Einwohner:innen gerade infiziert sind.

Strafpunkte für Gebäudeschließungen

Kreist ein, welche Gebäude ihr schließt. Zählt nur diese Punkte zusammen!

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apotheke	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20
Bäckerei	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12
Shopping Center	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Konzerthaus	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Supermarkt	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20
Restaurant	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Schule	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16
Sporthalle	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
Strafpunkte gesamt										

Zähl-Tabelle

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neu Infizierte										
Schon 1 Tag Infizierte	2									
Schon 2 Tage Infizierte		2								
Neu Erkrankte (→ Klinik)			2							
Gesunde										

Tagespunkte

Für eure Tagespunkte zieht die Strafpunkte des Tages von der Anzahl der aktuell Gesunden ab.

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tagespunkte										
Gesamtpunkte										

Einheit 3

IMPFUNGEN ALS GAMECHANGER – TRIUMPH DER WISSENSCHAFT

Ziele der Unterrichtseinheit

- Die Schüler:innen simulieren, wie sich Impfungen auf die Virusausbreitung auswirken.
- Die Schüler:innen verstehen, wie sich unterschiedliche Durchimpfungsraten auf die Virusausbreitung und Anzahl an Erkrankten auswirken.
- Die Schüler:innen verstehen das Konzept der Herdenimmunität.

Fächer und Altersstufe

- Biologie, Mathematik, Geografie, Politische Bildung
- Ab der 8. Schulstufe

Dauer der Einheit

1 Unterrichtsstunde

Benötigte Materialien pro Gruppe

- Spielplan, Schüssel mit 100 weißen Chips (gesunde Einwohner:innen), Schüssel mit 100 gelben Chips (infizierte Einwohner:innen), eine Schüssel mit 100 blauen Chips (geimpfte Einwohner:innen), eine Münze, Datenblatt „Impfung“

Für die Lehrperson

- Die Geschichte von Bleibhausen (siehe Hintergrundinformation)

Vorbereitungen

- Die Klasse wird in Kleingruppen (3–4 Schüler:innen) eingeteilt.
- Jede Gruppe bekommt das Material.
- Die Chips sind die Einwohner:innen. Sie werden getrennt nach Farben in drei Schalen gegeben. Seit einigen Monaten gibt es eine Impfung gegen das NOSO-Virus, die zuverlässig vor Ansteckung und Erkrankung schützt. Es lassen sich aber (aus Kapazitätsgründen oder Überzeugungsgründen) nicht alle Menschen in Bleibhausen impfen. In jeder Kleingruppe gibt es eine unterschiedliche Durchimpfungsrate (beginnend bei 30 % bis 90 %). Die Kleingruppe mit 30 %iger Durchimpfungsrate tauscht 30 weiße Chips

(gesunde Einwohner:innen) gegen 30 blaue Chips aus (gesunde und geimpfte Einwohner:innen). Bei der Gruppe mit 90 %iger Durchimpfungsrate werden 90 Chips getauscht.

- In der Schale mit den 100 weißen und blauen Chips (gesunde und geimpfte Einwohner:innen) werden zwei weiße Chips durch zwei gelbe Chips (im Urlaub infizierte Einwohner:innen) ersetzt und es wird gut durchgemischt. Diese Schale ist die Wohnsiedlung. Eine leere Schale wird auf die Klinik Bleibhausen gestellt.
- Ein Teammitglied ist für das Datenblatt „Impfung“ zuständig, die anderen kümmern sich um die Chips.

Möglicher Unterrichtsverlauf

- 1 Nach Einteilung der Gruppen und Austeilen des Materials beginnt die Geschichte von Bleibhausen. **Lesen Sie die Geschichte bis zum Ende des ersten Tages.** Für jüngere Schüler:innen kann die Arbeit mit den Datenblättern eine Herausforderung sein. **Helpfen Sie mit oder spielen Sie einen Tag gemeinsam mit den Schüler:innen, bevor die Gruppen alleine weiterspielen.**
- 2 Die **Schüler:innen spielen das Spiel bis zum Ende von Tag 3** weiter und tragen Ihre Daten in das Datenblatt ein. Am Ende von Tag 3 werden die zwei Erstinfizierten krank (Inkubationszeit = 3 Tage) und sie begeben sich in die Klinik Bleibhausen in Isolation (zwei gelbe Chips aus der Wohnsiedlung in die Klinik schicken bevor Tag 4 beginnt).
- 3 Die **Schüler:innen spielen selbständig bis Tag 10** (oder bis alle Einwohner:innen infiziert sind). Nach jedem Tag werden die Zähl-Tabellen am Datenblatt Simulation vervollständigt. Falls es nicht genug Einwohner:innen-Chips in der Wohnsiedlung gibt, um alle offenen Gebäude zu füllen, werden die offenen Gebäude im Uhrzeigersinn, angefangen mit dem Konzerthaus, befüllt.
- 4 **Diskutieren Sie am Ende des Spieles gemeinsam die Diagramme der Schüler:innen.** Gehen Sie dabei auf Basis der Hintergrundinformationen auf folgende Fragen ein:
 - Welchen Einfluss hat die Durchimpfungsrate auf die Virusausbreitung?

- Welchen Einfluss hat die Durchimpfungsrate auf die Anzahl der Erkrankungen?
- In Österreich stehen pro 100 Einwohner:innen 0,7 Krankenhausbetten zur Verfügung. Bei einer Infektion mit dem SARS-CoV-2 müssen ca. 10 % der Erkrankten im Krankenhaus behandelt werden*. Unter der Annahme, dass ähnliche Parameter für Bleibhausen und das NOSO-Virus gelten (nicht alle, sondern 10 % der erkrankten Einwohner:innen müssen im Krankenhaus behandelt werden, pro 100 Einwohner:innen gibt es ein Krankenhausbett): Ab welcher Durchimpfungsrate kommt es zu keinen Engpässen in der Klinik Bleibhausen (zu max. 10 Erkrankten)?
- Manche Personen können aufgrund von Vorerkrankungen nicht geimpft werden. Wie können diese Personen trotzdem geschützt werden?
- Wie kann es gelingen, möglichst viele Menschen davon zu überzeugen sich impfen zu lassen? Diskussion zum Thema Impfpflicht, Informationskampagnen, Opt-In/Opt-Out, Impfung als Zugangsvoraussetzung für z. B. internationale Flüge, Festivals etc. Welche Maßnahmen würden die Schüler:innen umsetzen, um weitere Beschränkungen im Alltag (Tragen eines Mund-Nasen-Schutzes in geschlossenen Räumen, Absage von Festivals, Clubbings etc.) zu vermeiden?

Hintergrundinformation

Impfstoff gegen SARS-CoV-2: Triumph der Wissenschaft

Ohne funktionierende Impfungen gegen das SARS-CoV-2-Virus müssten Millionen von Menschen sterben, es müsste weitere Lockdowns geben. Die Wirtschaft würde weiter einbrechen, Arbeitslosigkeit und Armutsgefährdung weltweit, aber auch in Europa stark steigen. Im Dezember 2020 wurden die ersten Impfstoffe gegen das neue Coronavirus nach strengen westlichen Standards zugelassen. Weniger als ein Jahr nach dem Bekanntwerden des Virus.

Die Entwicklung und Testung eines Impfstoffs war bisher nicht unter vier Jahren zu schaffen. Für die Prüfung der Testergebnisse und Zulassungsprozesse musste noch einmal mindestens ein Jahr eingerechnet werden. Dass es bei SARS-CoV-2 so schnell gehen konnte, liegt nicht daran, dass bei den Sicherheitsvorschriften Abstriche gemacht wurden, sondern an spektakulären Fortschritten in der Biomedizin, an hochambitionierten Forscher:innen, hohen staatlichen und privaten Investitionssummen und

an der zeitlichen Straffung der Zulassungsschritte. Auch die Produktion einer sehr großen Menge an Impfstoffen ist dank neu eingesetzter Techniken (mRNA-Impfstoffe) möglich. Die Entwicklung dieser RNA-Impfstoffe basiert auf jahrzehntelanger Grundlagenforschung und bereits seit mehreren Jahren werden mRNA-Impfstoffe in klinischen Studien erforscht.

Herdenimmunität

Durch Impfungen schützt man zunächst sich selbst vor den ansteckenden Krankheiten. Es gibt aber auch Menschen, die sich z. B. aufgrund von Vorerkrankungen nicht impfen lassen können. Diese Menschen sind darauf angewiesen, dass die Menschen in ihrem Umfeld geimpft sind und somit ein geringeres Ansteckungsrisiko darstellen. Der eigene Impfschutz trägt also gleichzeitig zum Schutz von vulnerablen Gruppen bei. Herdenimmunität bedeutet, dass eine ganze Bevölkerungsgruppe vor einer ansteckenden Krankheit geschützt ist, weil ein großer Anteil dieser Gruppe dagegen immun ist – entweder durch eine vorhergehende Infektion oder eine Impfung. So findet der Erreger niemanden mehr, den er infizieren kann und die Krankheit verschwindet allmählich. Das funktioniert besonders gut bei Impfungen, die eine sogenannte sterilisierende Immunität bewirken, welche unterbindet, dass Geimpfte ein Virus weitergeben (Beispiel: Masernimpfung). Schützt eine Impfung nur teilweise vor Ansteckung und Weitergabe, wie bei manchen Varianten des SARS-CoV-2-Virus, ist der Herdenschutzeffekt reduziert. Der Schutz vor schwerer eigener Erkrankung ist davon meist unberührt.

Wenn sich in Bleibhausen niemand impfen lässt, liegt das Risiko einer Ansteckung mit dem NOSO-Virus für alle Einwohner:innen bei über 99 % (nach 10 Tagen, alle Gebäude geöffnet, Durchimpfungsrate = 0 %). Ist die Hälfte aller Einwohner:innen geimpft (Durchimpfungsrate = 50 %) sinkt die Wahrscheinlichkeit einer Ansteckung für die Nicht-Geimpften zunächst nur ein wenig auf 87 %. Bei einer Durchimpfungsrate von 80 % besteht für Nicht-Geimpfte eine Wahrscheinlichkeit von 30 % sich mit dem NOSO-Virus anzustecken.

Ein Schutz Nicht-Geimpfter ist freilich auch leichter zu erreichen, wenn zusätzlich zum Impfen weiter Kontakte reduziert werden. Schließt man beispielsweise das Konzerthaus und das Restaurant, so reicht im Spiel schon eine Durchimpfungsrate von 50 %, um das Infektionsrisiko für Ungeimpfte zu halbieren. Je höher die Durchimpfungsrate, desto schneller können die Einwohner:innen von Bleibhausen ihr gewohntes Leben wieder aufnehmen und trotzdem auch Nicht-Geimpfte schützen.

Damit im Spiel bis Tag 10 die Spitalskapazitäten nicht überfordert werden, ist eine Durchimpfungsrate von ca. 75 % nötig. Weitere Analysen über die Wirkung von Impfungen im Spiel können die Schüler:innen auch selbst mithilfe des Simulators durchführen (www.ista.ac.at/virusalarm/sim)

Derzeit gibt es nur Schätzungen, wie viele Menschen gegen das SARS-CoV-2-Virus immun sein müssen, damit eine Herdenimmunität erreicht wird. Herdenimmunität ist auch keine harte Schutzwand – sie steigt oder fällt mit dem Aufkommen neuer Varianten, Impfstoffe oder nachlassender Immunität. Prinzipiell gilt: Je höher die Durchimpfungsrate, umso schneller kann das normale Leben wiederaufgenommen werden und umso eher können auch Personen, die sich aus gesundheitlichen Gründen nicht gegen SARS-CoV-2 impfen lassen können, geschützt werden. Sicher ist auch, dass ein „natürliches“ Erreichen der Herdenimmunität durch eine weitgehende Durchseuchung der Bevölkerung mit unzähligen vermeidbaren Todesfällen und einer massiven Übersterblichkeit verbunden wäre.

Impfbereitschaft in Österreich

In den Zulassungen zugrunde liegenden Studien kamen die ersten Impfstoffkandidaten von BioNTech/Pfizer und Moderna auf eine Wirksamkeit von über 90 %. Doch auch der beste Impfstoff ist wirkungslos, wenn er nicht verimpft wird. Bei einer repräsentativen Umfrage (N = 1000) Ende November 2020 gaben knapp über 50 % der befragten Österreicher:innen über 16 Jahren an, sich gegen COVID-19 impfen lassen zu wollen (Gallup 2020). Je geringer der Aufwand ist, sich impfen zu lassen (z. B. keine Kosten, leicht zugängliche Impfzentren) desto mehr Menschen lassen sich impfen. Weitere Möglichkeiten, die Impftrate bei gleichzeitiger Freiwilligkeit zu erhöhen sind sogenannte Opt-Out-Lösungen. Bürger:innen bekommen automatisch einen Impftermin in einem nahegelegenen Impfzentrum zugewiesen (müssen sich also nicht selbst darum kümmern) und müssten diesen Termin aktiv und mit einer Begründung absagen.

Wenn sich trotz derartiger Anreize nicht genug Menschen impfen lassen um die Bedrohung des Gesundheitssystems abzuwenden, gilt vielerorts eine Impfpflicht als letzte Option. Eine solche kündigte die österreichische Bundesregierung im November 2021 an. Dabei hat sie den Großteil der Bevölkerung hinter sich: Während in Österreich im November 2020 nur 2 von 10 Befragten eine Impfpflicht unterstützten, stieg die Zustimmung im Dezember 2021 auf knapp 6 von 10 – bei einer Durchimpfungsrate von knapp über 70 %.

Durch das Entstehen neuer Virusvarianten, der Entwicklung angepasster Impfstoffe, und einem ständigen Wandel der Immunität in der Bevölkerung wird das Thema Impfung und alle damit verbundenen Fragen wohl auch in Zukunft für Gesprächsstoff sorgen.

Weiterführende Literatur und Links

- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (10. Dezember 2020). Herdenimmunität: Schutz für den Einzelnen und die Gemeinschaft [Simulation]. Abgerufen von <https://www.impfen-info.de/wissenswertes/gemeinschaftsschutz/>
- Gallup Institut (10. November 2020). Gallup Stimmungsbarometer Corona. Abgerufen von https://www.gallup.at/fileadmin/documents/PDF/marktstudien/23338_Ergebnisse_Impfbereitschaft.pdf
- Gallup Institut (29. Dezember 2021). Corona Monitor. Abgerufen von https://www.gallup.at/fileadmin/documents/PDF/marktstudien/2021/PA_Gallup_Impfskepsis_ist_mehr_als_ein_Gesundheitsthema_29122021.docx.pdf
- Robert Koch Institut (11. Dezember 2020). Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19. Abgerufen von https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html

* Die genannten Angaben zu SARS-CoV-2 beziehen sich auf die ursprüngliche Virusvariante, welche im Frühling 2020 die Pandemie auslöste. Spätere Varianten (z. B. Delta, Omikron) unterscheiden sich maßgeblich davon – sie sind je nach Variante ansteckender (höhere R_0 -Werte) oder unterscheiden sich in der Häufigkeiten schwerer Erkrankungen.

DIE GESCHICHTE VON BLEIBHAUSEN – EIN JAHR SPÄTER

Nicht schon wieder. Es ist ein schöner Frühlingstag, als im 100 Einwohner:innen Städtchen Bleibhausen zwei Leute vom Skiurlaub zurückkommen. Mitgebracht haben sie das NOSO-Virus, mit dem sie sich im Urlaub angesteckt haben. Sie fühlen sich noch ganz gesund, gehen in die Stadt und können dort andere Menschen anstecken. Sie sind also **symptomfrei infiziert**. Erst nach drei Tagen Inkubationszeit fühlen sie sich krank. Sie kommen zur Behandlung in die Klinik Bleibhausen und gehen nicht mehr in die Stadt. Zum Glück ist das NOSO-Virus nicht mehr ganz neu und es gibt eine wirkungsvolle Impfung dagegen. Noch haben sich aber nicht alle Bleibhausenser impfen lassen. Aber ist die Durchimpfungsrate hoch genug, um einen weiteren Virusausbruch verhindern zu können?

Ihr seid ein Team von Wissenschaftler:innen mit dem Spezialgebiet Epidemiologie. Eure Aufgabe ist es, herauszufinden, wie viele Einwohner:innen geimpft sein müssen, um einen unkontrollierten Virusausbruch zu verhindern. Dafür spielt ihr den Verlauf eines möglichen Virusausbruches durch. Ihr beobachtet und dokumentiert, wie sich das Virus bei unterschiedlichen Durchimpfungsraten (30 %–90 % der Bevölkerung) verbreitet. Ihr sammelt Daten und zieht eure Schlussfolgerungen.

Jeder Tag besteht aus 3 Spielphasen:

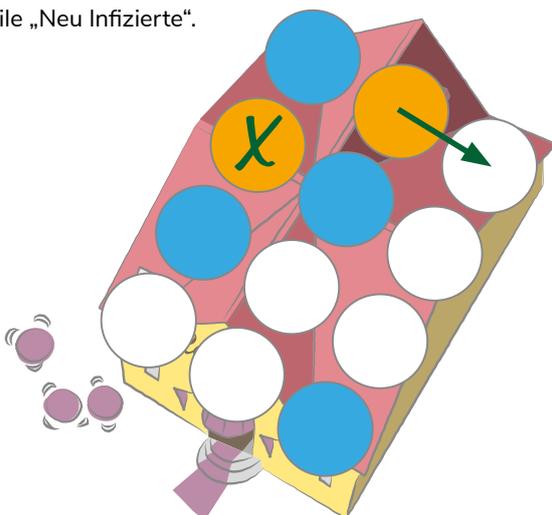
Phase 1: Der Tag beginnt

Die Einwohner:innen von Bleibhausen stehen in der Früh auf, verlassen die Wohnsiedlung, besuchen Gebäude in der Stadt und gehen zur Schule.

- Rückt mit der Tagesmünze oder der Spielfigur einen Tag nach vor.
- Nehmt ohne Hinschauen Einwohner:innen-Chips aus der gut durchmischten Schale und bildet damit Stapel.
- Befüllt alle Gebäude von Bleibhausen, in dem ihr den obersten Chip nehmt. Beginnt beim Konzertsaal.

Phase 2: Das Virus breitet sich aus

- Kontrolliert alle Gebäude. Befindet sich darin eine infizierte Person (gelber Chip)? Wenn, ja, steckt sich **eine unmittelbar benachbarte ungeimpfte Person** (oben, unten, links oder rechts, nicht diagonal!) mit dem NOSO-Virus an. Tauscht einen weißen Chip durch einen gelben aus! Geimpfte Personen (blaue Chips) können sich nicht anstecken.
- Zählt, wie viele weiße Chips sich neu anstecken. Tragt den Wert im Datenblatt in die Zähl-Tabelle ein. Zeile „Neu Infizierte“.



Phase 3: Der Tag geht zu Ende

- Die Einwohner:innen gehen nach Hause. Gebt die Chips, die am Stadtplan waren, zurück in die Wohnsiedlung.
- Vervollständigt die Zähl-Tabelle am Datenblatt „Impfung“. Füllt nach jedem Tag die restlichen orange-farbenen und roten Felder des heutigen Tages aus.
- Bleibhausen geht schlafen.

Reflexion nach Tag 3

Spielt die ersten drei Tage analog zu Tag 1 durch und tragt die Daten in die Zähl-Tabelle ein. Am Ende von Tag 3 werden die ersten Einwohner:innen (anfangs die 2 Erst-infizierten) krank und gehen in die Klinik. In weiterer Folge bekommen all jene Bewohner:innen, die sich vor drei Tagen angesteckt haben, Symptome und werden ebenfalls in der Klinik behandelt und isoliert. Schickt am Ende jedes Tages Neuerkrankte (siehe Zähl-Tabelle) in die Klinik, indem ihr die entsprechende Zahl an gelben Chips aus der Wohnsiedlung in die Schale auf oder neben der Klinik Bleibhausen legt.

Spielt bis Tag 10, oder bis alle Einwohner:innen von Bleibhausen infiziert sind, und verfolgt das Geschehen im Diagramm. Als Wissenschaftler:innen interessiert euch der Verlauf der Virusverbreitung. Deshalb erstellt ihr aus den Daten ein Diagramm. Zählt und berechnet, wie viel Gesunde und Infizierte es insgesamt pro Tag gibt. Tragt die Werte im Diagramm ein und verbindet die Punkte mit Linien in unterschiedlichen Farben.

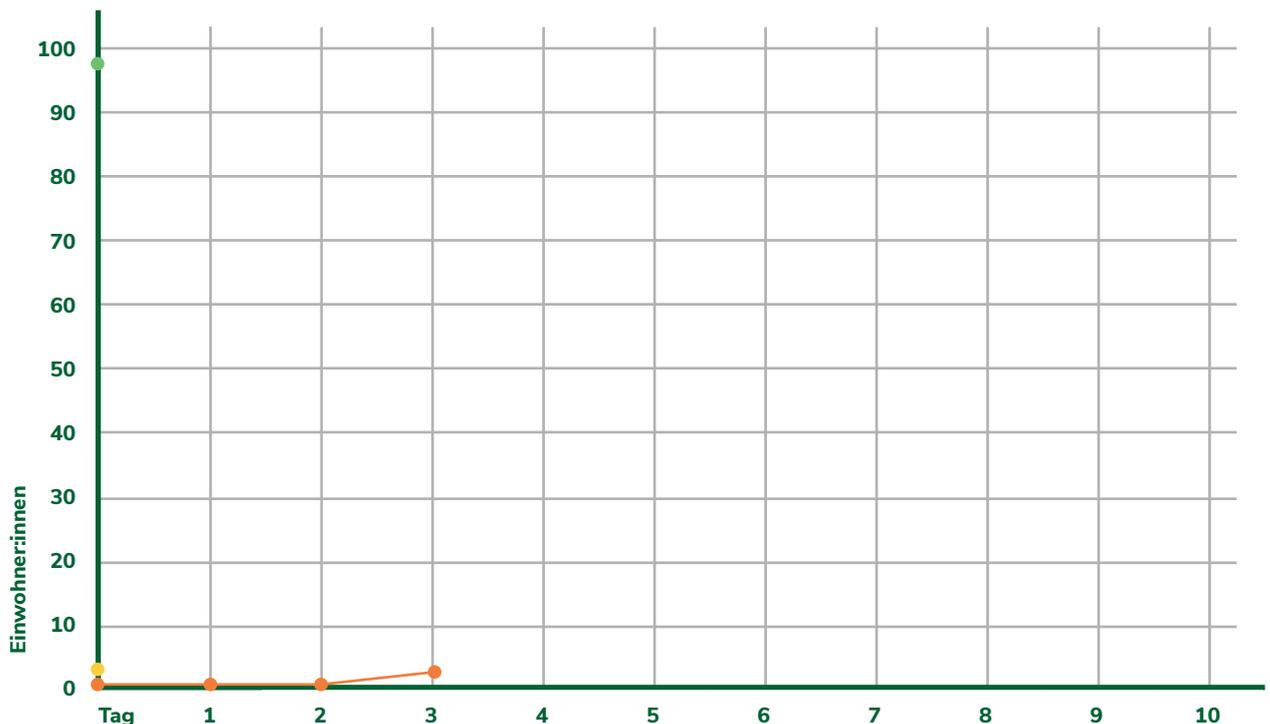
Durchimpfungsgrad: _____ %

Zähl-Tabelle

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neu Infizierte										
Schon 1 Tag Infizierte	2									
Schon 2 Tage Infizierte		2								
Neu Erkrankte (→ Klinik)			2							

Diagramm-Tabelle

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infizierte gesamt										
davon Kranke gesamt										
Gesunde										





Impressum

Autor:innen: Christian Bertsch, Daniela Jantschy, Sonja Wenig (Pädagogische Hochschule Wien), Magdalena Steinrück (ISTA)
Basierend auf dem Spiel „Virusalarm in Bleibhausen“ der Autor:innen: Florence Bansept, Georg Bauer, Silvia De Monte, Kristína Hudáková,
Magdalena Steinrück, Barbora Trubenová, Hildegard Uecker

Gestaltung: Alexandra Schepelmann / donagrafik.at

Wir danken Kathrin Pauser, Peter Glaus, Raimundo Julian Saona Urmeneta und allen Spieletester:innen!

3. Auflage 2022

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung 4.0 International zugänglich.