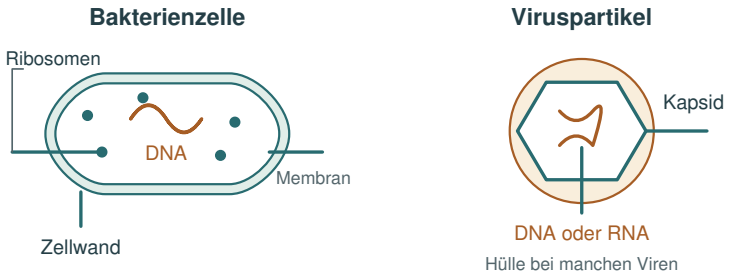
01 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Zellen und Viruspartikel vergleichen

Joghurt entsteht mithilfe von Bakterien. Eine Erkältung wird häufig durch Viren ausgelöst. Unter dem Sammelbegriff „Keime“ stecken sehr unterschiedliche biologische Strukturen. Wir untersuchen deshalb zuerst ihren Aufbau.



Zwei vereinfachte Strukturmodelle, zur Übersicht ähnlich groß gezeichnet. Die wirklichen Größen unterscheiden sich. Bakterien besitzen Ribosomen; die Vermehrung eines Virus verwendet Einrichtungen der Wirtszelle.

1 · Eine Bakterienzelle betreibt Stoffwechsel

Ein **Bakterium** besteht aus einer Zelle. Eine Zellmembran begrenzt das Zellinnere und steuert den Stoffaustausch. Im **Cytoplasma**, dem Zellinneren, laufen viele chemische Reaktionen ab. Die DNA trägt die Erbinformation. Sie liegt in einem Bereich des Cytoplasmas. **Ribosomen** stellen Proteine her, die etwa als Baustoffe oder Enzyme dienen. Meist umgibt eine feste Zellwand die Membran. Manche Arten tragen zusätzlich eine Kapsel oder bewegliche Geißeln.

2 · Ein Virus nutzt eine Wirtszelle

Ein **Viruspartikel** enthält Erbmaterial aus DNA oder RNA und eine schützende Proteinhülle, das **Kapsid**. Manche Viren besitzen zusätzlich eine Membranhülle. Passende Oberflächenstrukturen helfen beim Kontakt mit einer Wirtszelle. Neue Virusbestandteile entstehen mithilfe der Stoffe und Einrichtungen dieser Zelle. Dazu gehören ihre Ribosomen. Das erklärt den engen Zusammenhang zwischen dem Aufbau eines Virus und seiner Abhängigkeit von geeigneten lebenden Zellen.

3 · Größen und Funktionen gemeinsam betrachten

Viele Bakterien sind einige Mikrometer groß. Ein **Mikrometer** entspricht einem Tausendstel Millimeter. Viele Viruspartikel liegen im Bereich von einigen Dutzend bis wenigen Hundert Nanometern; tausend Nanometer ergeben einen Mikrometer. Es gibt Ausnahmen und überlappende Größen. Darum gehört zu einem guten Vergleich immer mehr als die Größe: Zellaufbau, Ribosomen, Stoffwechsel und Vermehrungsweise. Ein Bild ohne Maßstab zeigt vor allem die Form.

Das gehört zusammen: Aufbau und Arbeitsweise gehören zusammen: Eine Bakterienzelle betreibt Stoffwechsel, während ein Virus seine Bestandteile in einer passenden Wirtszelle herstellen lässt.

Öffne in der Werkstatt „Bakterienzelle“ und „Virus“. Vergleiche anschließend unter „Eine gemeinsame Skala“ ihre Größen.

01 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Vom Bauteil auf die Fähigkeit schließen

Was kann die Struktur leisten?

DNA
Trägt Erbinformation; kommt bei Bakterien und manchen Viren vor.

Ribosomen
Stellen Proteine her; Bakterien besitzen eigene, Viren nicht.

Zellmembran
Begrenzt eine Zelle und ermöglicht geregelten Stoffaustausch.

Drei Merkmale beantworten unterschiedliche Fragen. Ein einzelnes Merkmal reicht nicht immer für die Zuordnung.

Ein Bauplan wird verständlich, wenn du jede Struktur mit einer Aufgabe verbindest. Die **Zellmembran** begrenzt eine Bakterienzelle, lässt aber ausgewählte Stoffe passieren. **Ribosomen** verknüpfen Aminosäuren zu Proteinen. Manche dieser Proteine wirken als Enzyme und ermöglichen chemische Reaktionen. Die DNA enthält Informationen für den Aufbau vieler Proteine. Erst das Zusammenspiel macht Wachstum möglich. Eine Bakterienzelle ist deshalb mehr als ein Behälter mit Erbmaterial. Viele Bakterien leben von bereits vorhandenen organischen Stoffen; andere nutzen andere Energiequellen. Bakterien sind auch wichtige Partner in Lebensgemeinschaften und beim Abbau von Resten.

Ein Viruspartikel kann ebenfalls DNA enthalten. Die Angabe „enthält DNA“ reicht daher nicht aus, um eine unbekannte Probe als Bakterium einzuordnen. Entscheidend sind zusätzliche Merkmale: eigene Ribosomen, ein Zellinneres und die Fähigkeit zum eigenen Stoffwechsel. Ein Virus benötigt für die Herstellung seiner Proteine die Ribosomen einer passenden **Wirtszelle**. Seine Hülle ist keine vollständige Zelle. Auch eine ähnliche Größe beweist keine gleiche Lebensweise. Wenn zwei Zeichnungen gleich groß auf dem Bildschirm erscheinen, können sie unterschiedlich stark vergrößert sein. Prüfe deshalb zuerst den Maßstab und erst danach die Bauteile.

Auch nützliche Wirkungen gehören zum Thema: Mikroorganismen bauen organische Reste ab und wirken bei der Herstellung mancher Lebensmittel mit. Ob eine Art nützt, schadet oder unauffällig bleibt, hängt von ihren Eigenschaften und dem jeweiligen Zusammenhang ab. Der Gruppenname Bakterium ist deshalb keine Bezeichnung für einen Krankheitserreger.

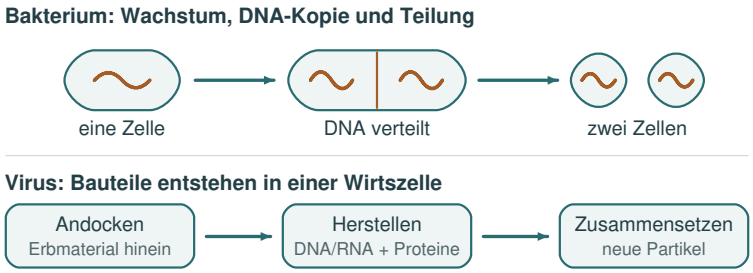
Zwei unbekannte Proben
Beide Proben enthalten DNA. In Probe A findest du außerdem Ribosomen und ein abgegrenztes Zellinneres. Probe B enthält eine Proteinhülle. Erst diese zusätzlichen Beobachtungen sprechen im Vergleich für eine Bakterienzelle in A und Viruspartikel in B. Es handelt sich um ein Denkbeispiel, nicht um einen diagnostischen Test.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Alles mit DNA ist eine Zelle.
So stimmt es: Auch manche Viren besitzen DNA. Für die Einordnung musst du den gesamten Aufbau und mehrere Fähigkeiten gemeinsam betrachten.

02 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Wie aus wenigen viele werden

Bei passenden Bedingungen kann sich die Zahl von Bakterien rasch erhöhen. Viren vermehren sich auf einem anderen Weg. In beiden Fällen wird Erbinformation weitergegeben und neues Material benötigt.



Oben: vereinfachte bakterielle Zweiteilung. Unten: Grundfolge einer Virusvermehrung. Die Pfeile zeigen Abläufe, die Zeichnungen keine gemeinsame Zeitskala.

4 · Bakterien wachsen und teilen sich

Bei der **Zweiteilung** wächst eine Bakterienzelle und kopiert ihre DNA. Die Kopien werden verteilt, die Zelle bildet eine Trennwand und zwei Tochterzellen entstehen. In einem idealen Modell verdoppelt sich die Zahl je Teilungsrunde: aus einer Zelle werden zwei, vier, acht und sechzehn. Die tatsächliche Geschwindigkeit hängt etwa von Art, Temperatur und Nährstoffangebot ab. Bei knappem Platz oder begrenzten Stoffen verändert sich das Wachstum.

5 · Virusbestandteile werden neu zusammengesetzt

Zuerst bindet ein Virus an passende Strukturen einer Wirtszelle. Danach gelangt sein Erbmaterial in die Zelle. Die Erbinformation wird vervielfältigt; virale Proteine entstehen. Aus den Bestandteilen werden neue Viruspartikel zusammengesetzt und freigesetzt. Manche verlassen die Zelle beim Aufbrechen, andere durch Abschnüren. Eine solche **Vermehrungsfolge** ist ein Modell: Verschiedene Virusarten nutzen unterschiedliche Einzelwege und können unterschiedlich lange in ihren Wirten verbleiben.

6 · Übertragung, Infektion und Erkrankung unterscheiden

Ein Erreger kann beispielsweise über eingeatmete Partikel, Hände oder Lebensmittel zu einem Menschen gelangen. Welcher **Übertragungsweg** wichtig ist, hängt vom Erreger ab. Bei einer **Infektion** dringt er in den Körper ein und vermehrt sich. Ob Beschwerden entstehen, wird auch durch seine Eigenschaften und die Körperabwehr beeinflusst. Ein beobachtetes Symptom wie Fieber verrät deshalb für sich allein noch keinen bestimmten Erreger.

Das gehört zusammen: Bakterien vermehren Zellen durch Teilung. Bei Viren entstehen neue Partikel aus Bestandteilen, die in Wirtszellen hergestellt werden.

Vergleiche „Bakterielle Zweiteilung“ und „Virusvermehrung“. Verändere danach die Teilungsrunden und beschreibe, welche Annahme hinter der Verdopplung steht.

02 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Vermehrung braucht passende Bedingungen

Zwei Wege zu neuen Einheiten

Bakterium wächst
Die Zelle stellt eigene Bestandteile her und kopiert ihre DNA.

Bakterium teilt sich
Zwei Tochterzellen erhalten Zellbestandteile und Erbinformation.

Virus nutzt eine Zelle
Die Wirtszelle hilft beim Herstellen neuer Virusbestandteile.

Viruspartikel entstehen
Die Bestandteile werden zu neuen Partikeln zusammengesetzt.

Die beiden oberen Karten gehören zur Zweiteilung, die beiden unteren zur Virusvermehrung.

Bei der Zweiteilung entsteht jede neue Bakterienzelle aus einer vorhandenen Zelle. Damit beide Tochterzellen weiterleben können, müssen genügend Zellbestandteile hergestellt und die DNA-Kopien verteilt werden. Eine Reihe wie 1, 2, 4, 8 beschreibt die **Anzahl nach Teilungsrunden**. Sie nennt noch keine Zeit: Eine Runde dauert bei verschiedenen Arten und Bedingungen unterschiedlich lange. Die zusätzliche Zahl an Zellen wird bei jeder Runde größer. In einer begrenzten Umgebung bleiben Nahrung, Platz und geeignete Bedingungen jedoch nicht unbegrenzt verfügbar. Deshalb lässt sich die Verdopplungsreihe nicht beliebig in die Zukunft verlängern.

Bei Viren ist der erste wichtige Schritt der Kontakt mit einer geeigneten Zelle. Ein Oberflächenprotein des Virus muss zu bestimmten **Rezeptoren** passen. Das sind Moleküle an der Zelloberfläche, an die etwas binden kann. Passendes Andocken ist eine wichtige Voraussetzung, aber noch kein Beweis für eine erfolgreiche Vermehrung. Auch im Inneren müssen die nötigen Bedingungen vorhanden sein. Virusbestandteile werden dort einzeln hergestellt und anschließend zusammengesetzt. Eine Bakterienzelle teilt sich; ein Viruspartikel wird aus neu gebildeten Bestandteilen aufgebaut. Diese Unterscheidung erklärt, warum beide Vermehrungswege im Modell verschiedene Abläufe zeigen.

Vermehrung ist außerdem von Übertragung zu unterscheiden. Übertragung beschreibt den Weg zu einem neuen Wirt; Vermehrung beschreibt das Entstehen weiterer Einheiten. Ein übertragener Erreger trifft nicht immer auf geeignete Bedingungen. Selbst eine erfolgreiche Infektion muss nicht sofort spürbare Beschwerden verursachen. Diese Trennung hilft, Beobachtungen genauer zu beschreiben.

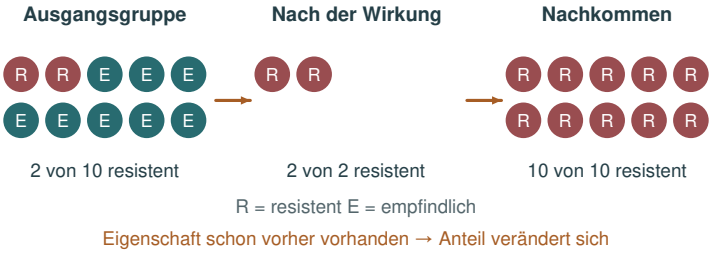
Runden sind keine Minuten
Beginnen acht Bakterien eine ideale Teilungsrunde, entstehen sechzehn. Nach einer weiteren Runde sind es zweiunddreißig. Ob dafür Minuten oder Stunden vergehen, kannst du ohne zusätzliche Angaben nicht sagen. Auch die spätere Begrenzung durch Nahrung lässt sich aus dieser Zahlenreihe allein nicht ablesen.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Ein Virus teilt sich wie ein Bakterium.
So stimmt es: Neue Viruspartikel entstehen durch Herstellung und Zusammenbau ihrer Bestandteile in geeigneten Wirtszellen. Eine Zweiteilung findet dabei nicht statt.

03 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Schutz wirkt an verschiedenen Stellen

Der Aufbau erklärt auch, wie Schutzmaßnahmen wirken können. Manche unterbrechen einen Übertragungsweg. Andere unterstützen die Körperabwehr oder greifen bestimmte Vorgänge von Krankheitserregern an.



Vereinfachtes Beispiel: Von zehn Bakterien sind zwei bereits resistent. Ein wirksames Antibiotikum verringert die empfindlichen Zellen. Vermehren sich die Überlebenden, wächst der resistente Anteil.

7 · Körperabwehr kann Erfahrungen speichern

Haut und Schleimhäute bilden erste Barrieren. Treffen Abwehrzellen auf passende Merkmale eines Erregers, kann eine gezielte **Immunantwort** entstehen. Bestimmte Zellen bilden Antikörper; Gedächtniszellen bleiben länger erhalten. Bei einem späteren Kontakt kann die Reaktion dadurch schneller ablaufen. **Impfungen** bereiten diese gezielte Abwehr mit geeigneten Erregermerkmalen vor. Dauer und Ausmaß des Schutzes hängen vom Erreger, dem Impfstoff und der Person ab.

8 · Antibiotika greifen bakterielle Vorgänge an

Antibiotika wirken gegen bestimmte Bakterien, zum Beispiel indem sie den Aufbau ihrer Zellwand oder die Proteinherstellung beeinflussen. Eine Virusvermehrung bietet andere Angriffspunkte; bei bestimmten Virusinfektionen kommen speziell darauf ausgerichtete Medikamente infrage. Die passende Behandlung ergibt sich aus der fachlichen Diagnose. Für den Unterricht hilft die Frage: Welche Struktur wird beeinflusst, und welche Aufgabe erfüllt sie im jeweiligen Erreger?

9 · Resistenz verändert die Zusammensetzung einer Gruppe

Einige Bakterien können eine Eigenschaft besitzen, durch die ein bestimmtes Antibiotikum schlechter wirkt. Diese **Resistenz** kann durch Veränderungen der DNA entstehen oder übertragene Gene betreffen. Unter Antibiotikawirkung haben solche Zellen einen Überlebensvorteil und können sich weiter vermehren. Ihr Anteil an der Gruppe steigt. Das ist **Selektion**. Das Modell beschreibt Veränderungen in einer Bakteriengruppe; eine fachgerechte Anwendung von Antibiotika hilft, unnötigen Selektionsdruck zu begrenzen.

Das gehört zusammen: Schutz lässt sich begründen, wenn Übertragungsweg, Erregeraufbau und Körperabwehr verbunden werden. Resistenz betrifft Eigenschaften von Bakterien und deren Verbreitung.

Fachbücher und Quellen stehen auf Seite 7. Die Onlinefassung verlinkt außerdem die passenden Lehrbuchkapitel.

03 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Anzahl und Anteil bei Resistenz unterscheiden

Selektion in einer Bakteriengruppe

1. Unterschiede vorhanden
Empfindliche und resistente Varianten leben in derselben Gruppe.

→

2. Selektionsdruck
Viele empfindliche Zellen sterben; resistente überleben häufiger.

→

3. Anteil verändert
Wenige Überlebende können einen großen Anteil der Restgruppe bilden.

→

4. Überlebende vermehren
Die Zahl der Nachkommen mit Resistenz kann anschließend steigen.

Der Ablauf trennt unterschiedliche Überlebenschancen von der anschließenden Vermehrung.

Wenn du eine Bakteriengruppe untersuchst, solltest du zwei Fragen trennen: Wie viele resistente Zellen gibt es, und welchen **Anteil** bilden sie an allen Zellen? Werden empfindliche Zellen entfernt, kann der Anteil der resistenten Zellen steigen, obwohl ihre Anzahl zunächst gleich bleibt. Das Antibiotikum hat dann nicht alle übrigen Zellen in resistente Zellen verwandelt. Es verändert die Bedingungen: Bereits widerstandsfähige Varianten haben einen Vorteil. Vermehren sich die Überlebenden anschließend, steigt auch ihre Anzahl. So werden Auswahl und Vermehrung als zwei Schritte der **Selektion** sichtbar.

Vorhandene Unterschiede in einer Bakteriengruppe können durch Veränderungen der DNA und durch die Weitergabe von Genen entstanden sein. Ein Mensch wird dabei nicht selbst gegen das Antibiotikum resistent; bestimmte Bakterien sind weniger empfindlich.

Schutzmaßnahmen setzen außerdem an verschiedenen Stellen an. Geeignete Hygiene kann eine Übertragung erschweren, die Körperabwehr bekämpft eingedrungene Erreger, und Impfungen bereiten bestimmte Abwehrreaktionen vor. Ein Antibiotikum beeinflusst bestimmte bakterielle Strukturen oder Abläufe. Diese Maßnahmen erfüllen unterschiedliche Aufgaben und lassen sich deshalb nicht beliebig austauschen. Welche Behandlung passt, entscheiden medizinische Fachpersonen anhand der jeweiligen Situation.

Die **Gedächtnisfunktion** der Abwehr ist ein weiterer eigener Zusammenhang. Nach einem früheren Kontakt können passende Abwehrzellen bei erneutem Auftreten schneller reagieren. Das betrifft bestimmte Erregermerkmale und ist keine allgemeine Unverwundbarkeit. Verschiedene Schutzwege ergänzen sich gerade deshalb, weil sie an unterschiedlichen Stellen ansetzen.

Zwei von zehn, dann zwei von zwei
Eine Beispielgruppe besteht aus acht empfindlichen und zwei resistenten Zellen. Sterben die acht empfindlichen, bleiben weiterhin zwei resistente Zellen. Ihr Anteil steigt von 20 % auf 100 %, obwohl ihre Anzahl noch nicht gestiegen ist. Erst wenn sich die Überlebenden teilen, werden aus zwei Zellen vier.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Ein größerer Anteil beweist, dass neue resistente Zellen entstanden sind.
So stimmt es: Ein Anteil kann schon steigen, wenn die Gesamtzahl sinkt. Prüfe Anzahl und Anteil getrennt und unterscheide Überleben von Vermehrung.

Wissen anwenden und weiterdenken

Drei ergänzende Entdeckeraufträge. Erkläre deine Beobachtungen mit den Zusammenhängen aus dem Wissenstext.

1 · Aufbau

Ausprobieren: Wähle erst „Bakterienzelle“, dann „Virus“. Tippe jeweils Erbmaterial und weitere Strukturen an. Öffne anschließend „Größenvergleich“.

Beobachten: Welche Bauteile findest du nur bei der Bakterienzelle? Wie verändert der gemeinsame Maßstab deinen Größenvergleich?

Erklären: Warum genügt die Beobachtung von Erbmaterial allein nicht für die Einordnung?

Modellgrenze: Die gezeichneten Grundformen stehen für ausgewählte Beispiele; reale Bakterien und Viren unterscheiden sich stark.

2 · Vermehrung

Ausprobieren: Vergleiche „Bakterielle Zweiteilung“ und „Virusvermehrung“ mit „Weiter“. Wähle bei „Welche Zelle passt?“ die Zellrezeptoren A und B und tippe jeweils „Andocken“.

Beobachten: Bei welchem Rezeptor gelingt der Kontakt im Modell? Welcher Ablauf teilt eine Zelle und welcher baut neue Partikel zusammen?

Erklären: Weshalb sind passender Kontakt und erfolgreiche Vermehrung zwei verschiedene Fragen?

Modellgrenze: Das Andockmodell zeigt eine vereinfachte Passung. Weitere Voraussetzungen innerhalb der Wirtszelle werden nicht simuliert.

3 · Schutz & Behandlung

Ausprobieren: Nutze nacheinander „Modell zurücksetzen“, „Selektionsdruck zeigen“ und „Überlebende vermehren“. Notiere nach jedem Schritt die resistente Anzahl und die Gesamtzahl.

Beobachten: In welchem Schritt ändert sich vor allem der Anteil, in welchem auch die Anzahl?

Erklären: Wie erklärt Selektion die veränderte Zusammensetzung, ohne eine zielgerichtete Umwandlung aller Zellen anzunehmen?

Modellgrenze: Das Modell vereinfacht Wirkung, Vererbung und Wachstum. Es liefert keine Anleitung zur Behandlung einer Infektion.

Interaktive Werkstatt öffnen →

Fachliche Quellen und weiterführende Literatur

Microbiology