EHEC – ein gefährlicher Gast im Darm

Ein Beitrag von Wilfried Probst, Oberteuringen, und Barbara Dulitz, Kassel

Mit Illustrationen von Julia Lenzmann, Stuttgart

Das Bakterium *Escherichia coli* ist Bestandteil der Darmflora des Menschen und erfüllt wichtige Aufgaben bei der Aufnahme von Nährstoffen und der Abwehr von Krankheitserregern. Allerdings gibt es auch gefährliche Krankheitserreger unter den Kolibakterien: Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC) sind Kolibakterien, die bei Menschen blutige Durchfälle hervorrufen, und die Bakterientoxine können auch Zellen der Blutgefäßwände, insbesondere im Gehirn und in den Nieren zerstören.

Die EHEC-Epidemie von 2011, über die in den Medien breit berichtet wurde, dient in dieser Einheit als Aufhänger, um Ihren Schülern Wissen über Bakterien zu vermitteln.

Foto: Thinkstock/iStock

Lange Zeit wurde nach dem Auslöser der EHEC-Epidemie von 2011 gesucht.

VORSCHAU

Mit einem Kreuzworträtsel

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 9/10

Dauer: 6 Stunden (Minimalplan: 4)

Kompetenzen: Die Schüler …

- beschreiben den Aufbau eines Bakteriums und erklären die Bedeutung von *E. coli*.
- erklären, wie horizontaler Gentransfer bei Bakterien ablaufen kann.
- erläutern, wie bestimmte *E. coli*-Stämme aus dem Darm von Wiederkäuern den Menschen krank machen können.
- erklären, wie EHEC O104:H4 durch Gentransfer zwischen Bakterienzellen entstanden sein kann.
- erarbeiten Maßnahmen, die einer EHEC-Infektion vorbeugen.

Aus dem Inhalt:

- Was war die Ursache der Epidemie von 2011 und welche Symptome zeigten die Patienten?
- Was sind Bakterien und wo kommen sie im menschlichen Körper vor?
- Wie beeinflussen Darmbakterien Körper und Gehirn?
- Wie können Bakterien durch Gentransfer neue Eigenschaften erlangen?
- Wie kann man eine Ansteckung mit EHEC-Bakterien vermeiden?

netzwerk lernen

zur Vollversion

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Mikroben und das **menschliche Mikrobiom** sind derzeit Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten. In den Lehrplänen der **Sekundarstufe I** (**ab Klasse 8**) werden Bakterien und mikrobielle Darmbewohner vor allem im Zusammenhang mit **Infektionskrankheiten** und **Hygienemaßnahmen** genannt. Die EHEC-Epidemie von 2011 eignet sich als Aufhänger zur Vermittlung von aktuellem Wissen über die Bedeutung der **mikrobiellen Darmbewohner** für den gesamten menschlichen Organismus. Daneben können am Beispiel EHEC einige grundlegende Eigenschaften von Bakterien vermittelt werden, zum Beispiel ihre klonale Vermehrungsweise und die Fähigkeit zu horizontalem Gentransfer. Die Kenntnisse über die Lebensweise des EHEC-Stammes können genutzt werden, um geeignete Schutzmaßnahmen gegen eine Erkrankung bzw. einen neuen Ausbruch einer Epidemie kennenzulernen.

Was Sie zum Thema wissen müssen

Kolibakterien

Das stäbchenfömige Bakterium *Escherichia coli* (*E. coli*) ist Bestandteil der **Darmflora des Menschen** und anderer warmblütiger Wirbeltiere. Es ist fakultativ anaerob, das heißt, es kann zur Energiebereitstellung sowohl die Atmungskette als auch Gärungen nutzen. Kolibakterien fördern die Besiedelung mit anderen obligat anaeroben Bakterien, welche den Verdauungsprozess unterstützen. Außerdem produzieren sie das für die Blutgerinnung und Knochenbildung wichtige **Vitamin K** und helfen, schädliche Bakterien abzuwehren. Kolibakterien sind auch außerhalb des Darmes überlebensfähig, und weil sie häufig über Fäkalien dorthin gelangen, gelten sie – zusammen mit einer Reihe verwandter „coliformer" Bakterien – als Indikator für verunreinigte Lebensmittel und verschmutztes Trinkwasser. Kolibakterienzellen haben einen Durchmesser von 1,1–1,5 µm und eine Länge von 2–6 µm. Sie sind von einer inneren Zellmembran, einem Mantel aus Periplasma mit Murein-Netzwerk (Zellwand) und einer äußeren Membran umgeben. Eine dicke Murein-Zellwand fehlt, weshalb die Kolibakterien bei der **Gramfärbung negativ** reagieren. Weitere Hintergrundinformationen dazu finden Sie als Zusatzmaterial auf CD ( ). Das ringförmige Genom besteht aus 4600 kB (Kilobasenpaaren). Es gibt zahlreiche Stämme von Kolibakterien, deren unterschiedliche Eigenschaften auf unterschiedlichen Genen beruhen. Viele Stämme besitzen eine große Anzahl von fädigen, ca. 7 nm dicken und 2 bis 5 µm langen Fortsätzen, die als Fimbrien oder Pili (sing. Pilus) bezeichnet werden. Teilweise wird die Bezeichnung „Pilus" nur für fädige Fortsätze verwendet, die im Zusammenhang mit dem Gentransfer ausgebildet werden. Die meisten *Coli*-Stämme können sich mit Hilfe von Flagellen fortbewegen. Diese Proteinfäden sind wesentlich länger als Fimbrien und werden durch einen Rotationsmechanismus in der Bakterienmembran bewegt.

Humanpathogene Kolibakterien

Zwar sind die meisten Stämme von *Escherichia coli* nützlich oder jedenfalls nicht krankheitserregend, aber es gibt auch einige pathogene Stämme, darunter sogar Darmpathogene, die lebensbedrohende Durchfallerkrankungen verursachen können. Auch an **chronischen Darmerkrankungen** wie Morbus Crohn und Colitis ulcerosa können Kolibakterien beteiligt sein. Außerdem sind bestimmte Kolibakterien für unkomplizierte Harnwegsinfektionen und Infektionen der Atemwege verantwortlich. Darmpathogene Kolibakterien werden nach ihrer Lebensweise bzw. nach ihrem Infektionstyp durch Abkürzungen gekennzeichnet: **EHEC** steht für enterohämorrhagische *E. coli*. Sie produzieren Giftstoffe, vor allem **Shigatoxin**, die hämolytisch wirken, und spezielle Hüllproteine, Adhäsine, mit denen sie sich an Zellen anheften können; sie verursachen blutige Durchfälle und Harnwegsinfektionen, können zu Nierenversagen und zur Schädigung von Nervenzellen im Gehirn führen.

Weitere Typen sind EPEC (enteropathogene *E. coli),* ETEC (enterotoxische *E. coli),* EIEC (enteroinvasive *E. coli),* EAEC (enteroaggregative *E. coli)* und DEAC (diffus-adhärente *E. coli).*

VORSCHAU

zur Vollversion

Außerdem ist eine Einteilung der darmpathogenen Kolibakterien aufgrund serologischer Eigenschaften, also der Ausbildung bestimmter Antigene, möglich. Vor allem zwei Antigene werden herangezogen. Das H-Antigen (Flagellin) ist Bestandteil des Flagellums, das O-Antigen (Lipopolysaccharid) ist Teil der äußeren Zellmembran. Zur Benennung der *E. coli*-Typen wird der Infektionstyp mit den H- und O-Antigentypen kombiniert, also z. B. EHEC O104:H4. Weitere Hintergrundinformationen dazu finden Sie als Zusatzmaterial auf CD ( ).

Bakteriengenetik

Bakterien haben keine Sexualität im herkömmlichen Sinne. Ihr meist ringförmiges Genom wird vor der Zellteilung verdoppelt und an die Tochterzellen weitergegeben. Dies gilt auch für zusätzliche kleine, ringförmige DNA-Moleküle (Plasmide). Alle Nachkommen einer Bakterienzelle haben deshalb zunächst einmal dieselbe genetische Ausstattung. Darüber hinaus werden bei Bakterien und Archäen Gene in erheblichem Umfang über sogenannten **horizontalen Gentransfer** übertragen. Dafür gibt es drei Möglichkeiten:

1. Als **Transformation** bezeichnet man die Aufnahme freier DNA-Abschnitte aus dem umgebenden Medium. Dorthin können sie zum Beispiel aus abgestorbenen Bakterienzellen gelangt sein.

2. Als **Konjugation** bezeichnet man die Übertragung von einer Bakterienzelle auf eine andere über eine Plasmabrücke, die von einem dünnen Plasmaschlauch, einem Pilus, vermittelt wird.

3. Als **Transduktion** bezeichnet man die Genübertragung über einen viralen Vektor. Bakteriophagen induzieren ihre Nukleinsäure in eine Bakterienzelle. Dort kann das Virengenom zunächst in das Bakteriengenom integriert und bei jeder Teilung vermehrt werden, bevor es zum Umfunktionieren der Bakterienzelle zu einer „Virenproduktionsmaschine“ kommt. Wenn in die neuen Phagenpartikel nicht nur Virengene, sondern auch Abschnitte aus dem Bakteriengenom eingebaut werden, werden diese bei einer Infektion von weiteren Bakterienzellen übertragen.

Horizontaler Gentransfer ist auch zwischen verschiedenen Bakterienarten möglich – ein Grund für die rasche Ausbreitung von Resistenzfaktoren gegen Antibiotika und die vielen unterschiedlichen Stämme von Bakterienarten.

Die Entstehung von EHEC O104:H4

Die Gefährlichkeit der EHEC-Epidemie von 2011 hing damit zusammen, dass durch **Gentransfer** zwischen **verschiedenen Stämmen** ein besonders gefährlicher Keim entstanden war. DNA-Sequenzierungen haben ergeben, dass 90 % des Genoms der gefährlichen Keime mit dem EAEC-Stamm O104:H4 identisch sind. Die **Gene für die Toxinproduktion** wurden von einem oder mehreren EHEC-Stämmen übernommen. Dadurch wurde der neue Stamm zu einem „enterohämorrhagischen“, also Darmblutungen auslösenden EHEC-Stamm.

Krankheitsverlauf und Behandlungsmöglichkeiten

Zunächst schädigen die freigesetzten Toxine Epithelzellen des Darms. Die dadurch verminderte Flüssigkeitsresorption verursacht **Durchfall**. Da nach kurzer Zeit auch die Kapillaren in der Darmwand angegriffen werden, kommt es zu blutigen Durchfällen. Die verletzten Kapillaren binden Thrombozyten, was zu **Gerinnungsstörungen** führen kann. Auch rote Blutzellen werden zerstört (Hämolyse). Wenn mit fortschreitender Krankheit immer mehr Toxin freigesetzt wird, kann es sich über die Blutbahn im ganzen Körper ausbreiten und damit eine **systemische Vergiftung** bewirken. Besonders betroffen sind zunächst die Nieren. Es kann zu **Nierenversagen** kommen. Schließlich werden von den Bakterientoxinen auch Nervenzellen im Gehirn, insbesondere im Thalamus angegriffen. Die Folge sind **Bewusstseinsstörungen** bis hin zum **Koma**.

Unter den Schwerstkranken sind wesentlich mehr Frauen als Männer, da das Bakterientoxin an bestimmte Rezeptoren von Nervenzellen im Thalamus andockt und Männer deutlich weniger dieser Andockstellen haben. Dadurch kann weniger Gift im Gehirn seine Wirkung entfalten. Mit Antibiotika lässt sich der gefährliche EHEC-Erreger schwer bekämpfen: Zum einen ist er resistent gegen verschiedene Antibiotika. Zum anderen führt das Abtöten von Bakterienzellen

VORSCHAU
netzwerk lernen
zur Vollversion

zunächst zu einer Freisetzung von noch mehr Toxin und damit zu einer Verstärkung der Krankheitssymptome. Die einzige Möglichkeit, den Erreger direkt zu bekämpfen, sind möglicherweise Bakteriophagen, die O104:H4 speziell angreifen. Außerdem lassen sich die Toxine durch eine Blutwäsche (Dialyse) aus dem Blut entfernen. Die Behandlung der Krankheitssymptome erfolgt häufig symptomatisch.

Übertragungswege

Enterohämorrhagische *E. coli* leben häufig im **Darm von Wiederkäuern** wie Rindern und Schafen, ohne bei diesen Tieren Krankheitssymptome hervorzurufen. Sie werden über den **Kot ausgeschieden** und durch kontaminierte, unzureichend gegarte **Lebensmittel** übertragen. Für den Ausbruch der Epidemie von 2011 konnte der Verzehr von Sprossen aus ägyptischem Anbau, und zwar vor allem von **Bockshornklee-Sprossen** (*Trigonella foenum-graecum*), verantwortlich gemacht werden. Die Bakterien werden vom sauren Milieu im Magen nicht abgetötet. Auch die direkte Übertragung durch Tier-Mensch-Kontakt und von Mensch zu Mensch über eine **Schmierinfektion** ist möglich. Für eine Infektion reichen schon wenige Keime aus.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Von der Lebensform „Bakterium“ sollte Ihren Schülern* der grobe **Aufbau** und die schnelle **Vermehrung durch Teilung** bekannt sein. Für das Verständnis der Prinzipien und Risiken des horizontalen Gentransfers werden Grundkenntnisse über den Zusammenhang zwischen **Genen** (Genotyp) und **Merkmalen** (Phänotyp) vorausgesetzt.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ geschrieben.

Aufbau der Reihe

Der Unterricht knüpft mit dem Realfall der EHEC-Epidemie im Jahr 2011 an verbreitete Schülervorstellungen von Bakterien als Krankheitserreger mittels eines **Zeitungstextes M 1** an. Das Vorwissen über Bakterien wird im Anschluss mit **Farbfolie M 2** und **Arbeitsblatt M 3** vertieft. Durch Zuordnung der richtigen Bezeichnungen werden der Aufbau und die Besonderheiten einer Bakterienzelle erarbeitet. Die **Arbeitsblätter M 4** und **M 5** bauen die vorherrschende einseitige Sichtweise über Bakterien als Krankheitserreger ab. Was machte den weit verbreiteten, harmlosen Darmbewohner *Escherichia coli* so gefährlich? Diese Frage leitet über zum möglichen horizontalen Gentransfer zwischen Bakterien, durch den ein Bakterienstamm neue Eigenschaften erwerben kann, und wird von den Lernenden mit dem **Arbeitsblatt M 6** behandelt. Wie dadurch ein für die Gesundheit des Menschen gefährlicher *E. coli*-Stamm entstehen kann, zeigt das **Arbeitsblatt M 7** auf. Mit dem **Arbeitsblatt M 8** finden die Schüler heraus, welche Auswirkungen dieser Erreger auf den menschlichen Körper hat. Die Schüler gehen schließlich mithilfe des **Arbeitsblattes M 9** der Frage nach, auf welchen Wegen der gefährliche Erreger in den Körper des Menschen gelangt. Am Ende der Reihe werden mit dem **Kreuzworträtsel M 10** zentrale Erkenntnisse und Fachbegriffe aus dem Unterricht wiederholt.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler …

- bewerten institutionelle Gesundheitsempfehlungen im Rahmen der EHEC-Epidemie.
- beschreiben am Beispiel von *Escherichia coli* den Aufbau eines Bakteriums.
- erklären exemplarisch die Bedeutung des Mikrobioms im Darm für die Gesundheit des Menschen.
- erläutern verschiedene Wege des horizontalen Gentransfers bei Bakterien und wenden ihr Wissen im Kontext der Entstehung des gefährlichen EHEC-Erregers an.
- beschreiben mögliche Infektionswege und Schutzmaßnahmen.

VORSCHAU

zur Vollversion

Medientipps

Literatur für Schüler

Bahnsen, Ulrich; Lüdemann, Dagny: Wie gefährlich ist der Ehec-Erreger? In: Die Zeit (2011), Nr. 21.
Zu finden unter www.zeit.de/wissen/gesundheit/2011-05/faq-ehec-darmkeim

Dieser Artikel zeichnet ein Bild der Situation im Jahr 2011 nach Ausbruch der EHEC-Epidemie: Wie fing alles an? Welche Wege und Irrwege wurden bei der Suche nach dem Erreger beschritten?

Literatur für Lehrer

Fuchs, Georg: Allgemeine Mikrobiologie. 10. Auflage. Thieme Verlag. Stuttgart 2017.

Überblick über die verschiedenen Mikroorganismen, ihre Stoffwechselleistungen, Ökologie und Systematik, Einführung in die medizinische Mikrobiologie, Informationen über diverse Infektionskrankheiten u. v. m.

Spektrum der Wissenschaft: Spektrum-Kompakt: Mikrobiom. Heidelberg.
Als Heft und als Download zu finden unter http://www.spektrum.de/pdf/spektrum-kompakt-mikrobiom/1409763.

Vielfältige Informationen über die bakteriellen Besiedler des Menschen, vor allem über die Darmflora, über Krankheiten, die mit dem Mikrobiom in Verbindung gebracht werden, und über den therapeutischen Einsatz von Bakterienkulturen.

Internetadressen

Robert Koch-Institut: Bericht: Abschließende Darstellung und Bewertung der epidemiologischen Erkenntnisse im EHEC O104:H4 Ausbruch, Deutschland 2011. Berlin 2011.
Zu finden unter www.rki.de/DE/Content/InfAZ/E/EHEC/EHEC_O104/EHEC-Abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile

Abschlussbericht zum EHEC-Ausbruch 2011 in Deutschland mit Beschreibung des Bakterienstammes, Statistiken sowie einer Schlussfolgerung für weitere Empfehlungen.

www.huffingtonpost.com/2015/02/12/gut-bacteria-health_n_6480580.html

Kurze englischsprachige Zusammenfassung und Info-Grafik über bisher bekannte physische und psychische Probleme, die mit einer gestörten Darmflora in Zusammenhang gebracht werden.

Filme

www.youtube.com/watch?v=t-_z22BJgbs

Animierte Kurzzusammenfassung über EHEC, Ansteckungswege und Infektionsfolgen.

www.youtube.com/watch?v=RkEhRMbnDuI

Eindrucksvoller Rückblick auf die EHEC-Epidemie von 2011 sowie Dokumentation der wissenschaftlichen Forschung über EHEC und weiterhin vorhandene Ansteckungswege.

www.youtube.com/watch?v=OsKMf5nGeIs

Animierte Informationen zu Aufbau und Vermehrung von Bakterien, speziell von *E. coli.*

www.youtube.com/watch?v=--N-HDosUCI&t=64s

Dokumentation über Forschung und Informationen über Art, Beeinflussung und Einfluss der bakteriellen Darmbewohner mit Realaufnahmen und Animationen.

VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion

Die Reihe im Überblick

Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt Fo = Folie LEK = Lernerfolgskontrolle

Stunden 1–2: EHEC-Epidemie und Einführung in den Bakterienaufbau

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Ab)	Krank durch Gemüse?
M 2 (Fo)	Bakterienformen
M 3 (Ab)	Was sind Bakterien?

Stunde 3: Bakterien als Darmbewohner

Material	Thema und Materialbedarf
M 4 (Ab)	„Gute“ und „schlechte“ Darmbewohner
M 5 (Ab)	Wie Darmbakterien Körper und Gehirn beeinflussen

Stunde 4: Gentransfer bei Bakterien

Material	Thema und Materialbedarf
M 6 (Ab)	Gefährlich durch Gentransfer
M 7 (Ab)	Durch Gentransfer zu neuen Eigenschaften

Stunde 5: EHEC – ein krankmachender *E. coli*-Stamm

Material	Thema und Materialbedarf
M 8 (Ab)	Angriff auf die Organe
M 9 (Ab)	Ansteckungswege

Stunde 6: Ergebnissicherung

Material	Thema und Materialbedarf
M 10 (LEK)	Kreuzworträtsel

Minimalplan

Wenn die Zeit knapp ist, kann das Thema auf EHEC begrenzt werden. Dann entfallen die Arbeitsblätter **M 4 – M 5**. Die **Farbfolie M 2** kann in diesem Fall als kurze Wiederholung zum Thema Bakterien genutzt werden.

VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion

Krank durch Gemüse? M 1

Die EHEC-Epidemie 2011 war die bisher schwerste weltweit. Allerdings schätzt man, dass sich jährlich über 1000 Menschen allein in Deutschland mit EHEC infizieren. Lerne hier den Auslöser der Epidemie und die Krankheitssymptome kennen.

Aufgabe 1

Lies dir den folgenden Zeitungsartikel durch.

Epidemie schlägt weite Wellen

Frühjahr 2011. Wässriger, manchmal blutiger Durchfall, Übelkeit, Bauchschmerzen, Nierenversagen, epileptische Anfälle – allein in Deutschland werden fast 4000 Menschen Opfer einer Krankheitsepidemie, davon erkranken rund 800 schwer. Viele Erkrankte werden nie wieder ganz gesund, 53 Patienten sterben.

Ein Langzeit-Opfer der Epidemie ist die 32-jährige Textildesignerin Nadine H. Sie fällt ins Koma, und als sie nach drei Wochen aufwacht, kann sie nicht mehr richtig sprechen und muss selbst einfache Bewegungsabläufe ganz neu lernen. Heute lebt sie in Dresden in einer Pflege-WG.

Fieberhaft wird nach dem Auslöser der Epidemie von 2011 gesucht. Es fällt auf, dass die Erkrankten im Vergleich zu gesund gebliebenen Personen deutlich häufiger Salatgurken, Blattsalate und Tomaten verzehrt hatten. Deshalb warnen das Robert Koch-Institut (RKI) und das Institut für Risikobewertung vor dem Verzehr dieser Gemüse. Der Verkauf geht deutlich zurück, vor allem spanische Gemüsebauern beklagen hohe Umsatzeinbußen. Dass der Krankheitsverlauf bei Frauen oft schwerer ist als bei Männern, wird damit erklärt, dass Frauen mehr Gemüse verzehren.

Tatverdächtiger: Sprossen

Nach fieberhafter Suche wird schließlich der Krankheitserreger identifiziert: das Darmbakterium EHEC. Rund 10 % der Krankheitsfälle wurden durch mit EHEC verunreinigte Bockshornklee-Sprossen aus Ägypten ausgelöst. EHEC ist die Abkürzung für Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (altgriechisch enteron = Darm, haima = Blut, rhagas = Spalt, Riss). Bereits 10 bis 100 dieser Bakterien können Menschen krank machen.

Foto: Colourbox

Meist harmlos, aber manchmal gefährlich: *Escherichia coli*-Bakterien

Normalerweise sind *Escherichia coli*-Bakterien harmlose Darmbewohner, die den Magen-Darm-Trakt jedes Menschen besiedeln. Als Produzenten von Vitaminen, vor allem von Vitamin K, fördern sie sogar die Gesundheit. Der Name *Escherichia coli* ist abgeleitet von dem deutsch-österreichischen Kinderarzt Theodor Escherich (1857–1911) und lat. colon = Darm. Man spricht auch kurz von *E. coli* oder von Kolibakterien.

VORSCHAU

Aufgabe 2

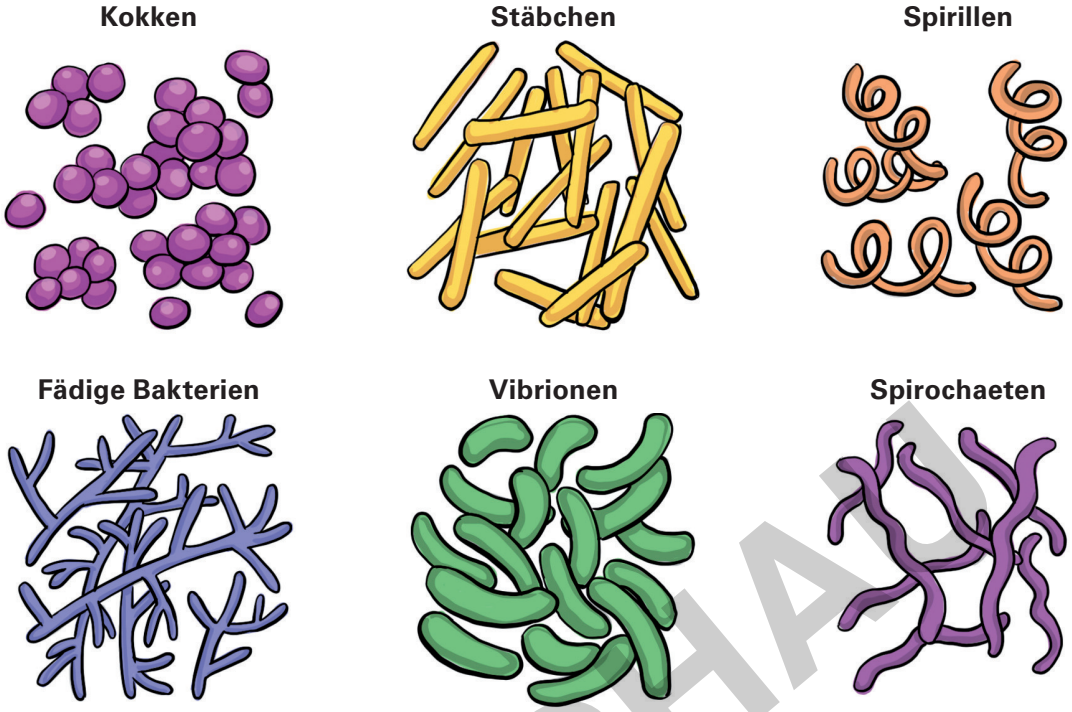
a) Leite aus den angegebenen Krankheitssymptomen und -verläufen ab, welche Organe des Menschen durch EHEC geschädigt werden können.

b) Bewerte die Verzehrwarnung des Robert Koch-Instituts.

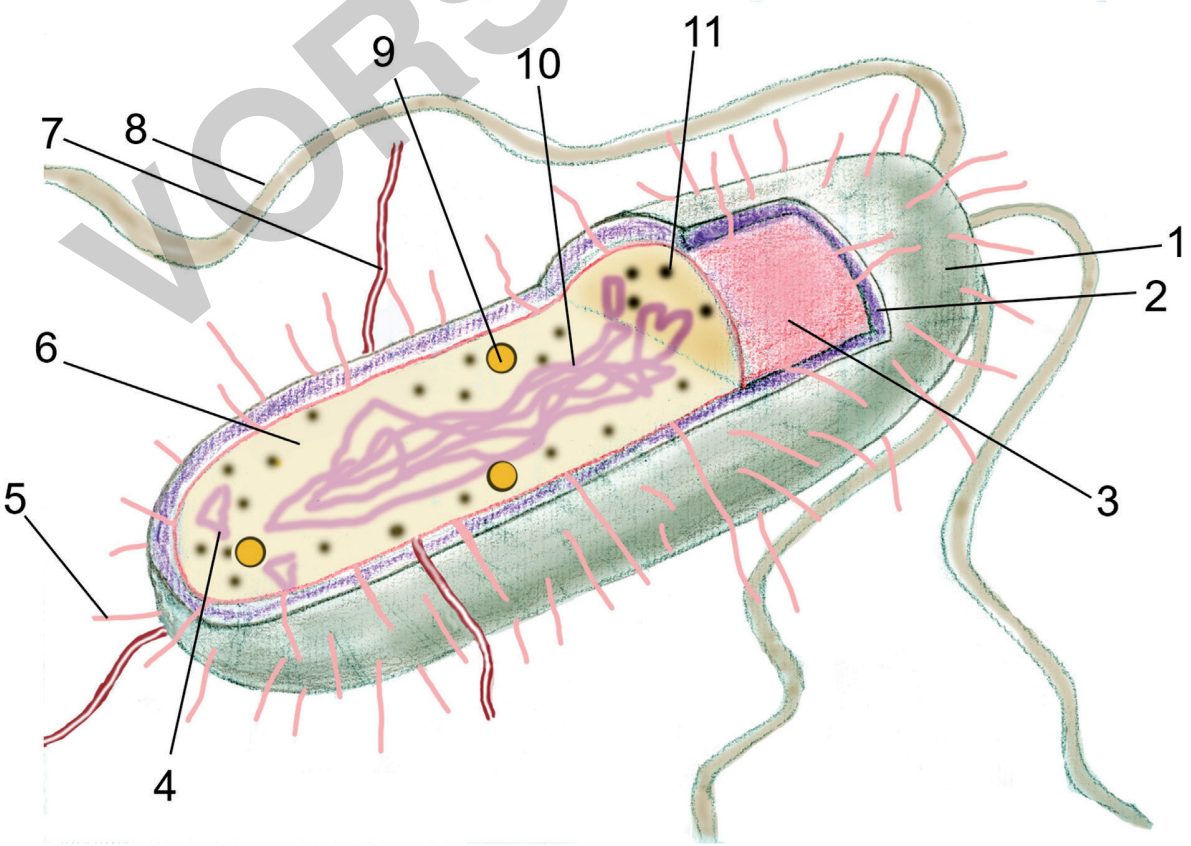
netzwerk lernen
zur Vollversion

M 2

Bakterienformen



Aufbau einer Zelle von *Escherichia coli*



VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion

M 5 Wie Darmbakterien Körper und Gehirn beeinflussen

Immer mehr Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Bakterien, die in unserem Darm leben, eine große Rolle für den gesamten Körper einschließlich des Gehirns spielen. Lerne diese Zusammenhänge mithilfe der Grafik kennen.

Aufgabe 1

Lies dir die folgenden Info-Texte durch.

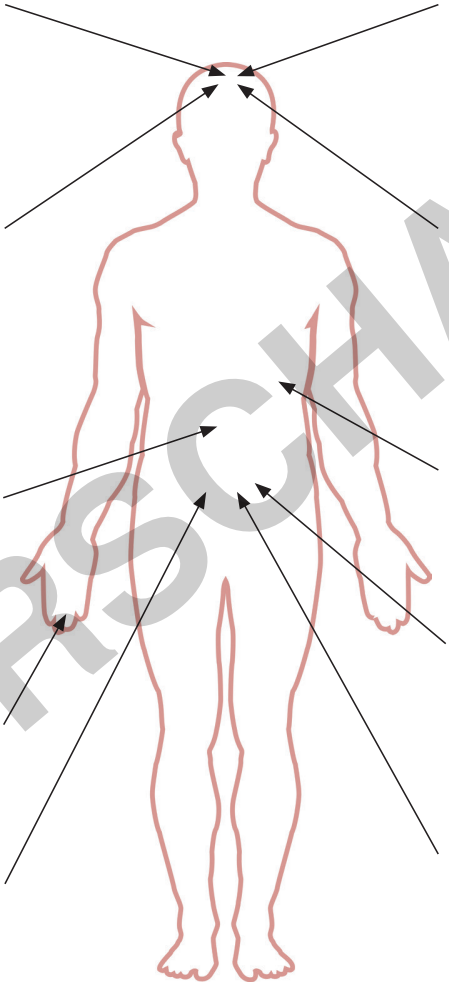
Angstzustände: Probiotische Lebensmittel, denen z. B. Laktobakterien zugesetzt sind, können die Wahrnehmung der Umwelt positiv beeinflussen und Angstzustände mildern.

Depressionen: Bei mehr als einem Drittel von Patienten mit Depression kann man eine erhöhte Durchlässigkeit der Darmschleimhaut („leaky gut") beobachten, durch die u. a. bakterielle Toxine in die Blutbahn gelangen.

Fettleibigkeit: Je nach Zusammensetzung des Darmmikrobioms kann Fettleibigkeit gefördert oder gehemmt werden.

Entzündliche Gelenkerkrankung: Das Immunsystem zerstört das eigene Gelenkgewebe. Diese Autoimmunkrankheit steht in engem Zusammenhang zum Vorkommen des Bakteriums *Prevotella copri* im Dickdarm.

Verdauung und Nahrungsresorption: Je nach Zusammensetzung des Darmmikrobioms werden Nahrungsbestandteile unterschiedlich abgebaut und resorbiert.



Gehirnentwicklung: Durch Untersuchungen an Mäusestämmen mit und ohne Darmbakterien kann ein Zusammenhang zwischen der bakteriellen Darmbesiedlung und der Gehirnentwicklung belegt werden

Parkinson: Bei dieser Krankheit sterben für die Bewegungskoordination verantwortliche Nervenzellen im Gehirn ab. Im Darm von Parkinsonpatienten siedeln andere Bakterienarten als bei gesunden Menschen.

Diabetes: Je nach Zusammensetzung des Darmmikrobioms kann Diabetes gefördert oder gehemmt werden.

Darmkrebs: Kohlenhydratliebende Bakterien und Hefepilze können in Zusammenhang mit kohlenhydratreicher Nahrung die Entstehung von Darmkrebs begünstigen.

Chronische Dickdarmentzündungen: Ein erhöhtes Vorkommen bestimmter Bakterienstämme oder ein Ungleichgewicht zwischen bakteriellen Besiedlern können eine überschießende Immunantwort auslösen.

VORSCHAU

Aufgabe 2

Durch das Mikrobiom im menschlichen Darm kann die Gesundheit auf unterschiedlichen Wegen beeinflusst werden. Stelle die in der Grafik aufgelisteten Einflüsse in einer Tabelle zusammen, die nach Körperregionen unterteilt ist (Verdauungssystem, Gehirn, Skelett bzw. Gelenke, gesamter Körper).

Aufgabe 3

Erkläre an drei Beispielen, wie das Mikrobiom beeinflusst werden kann.

netzwerk lernen
zur Vollversion

Gefährlich durch Gentransfer

M 6

Inzwischen kennt man mehrere hundert Stämme von Escherichia coli. Die Unterschiede zwischen diesen Bakterienstämmen gehen auf Unterschiede ihrer Genausstattung zurück. Wie die Bakterien die unterschiedlichen Gene erhalten, erfährst du hier.

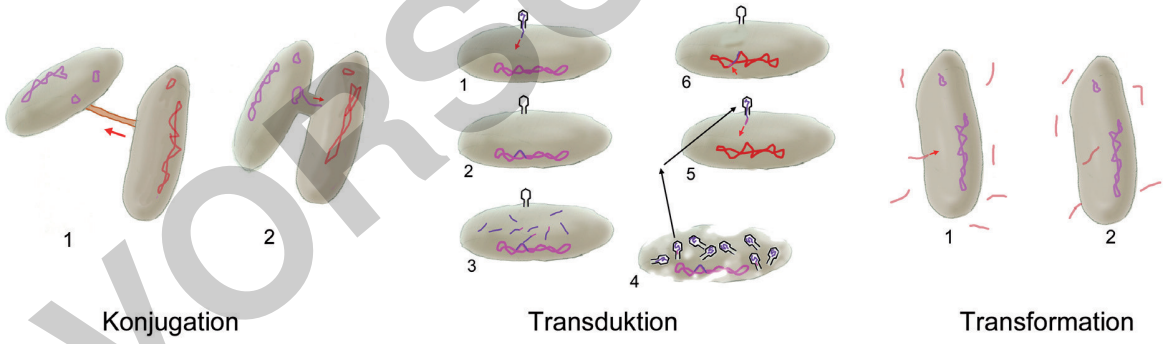
Aufgabe 1

Lies dir den folgenden Info-Text durch.

Die meisten bekannten Stämme der Kolibakterien sind harmlose oder sogar nützliche **Darmbewohner**, aber es gibt auch einige gefährliche Krankheitserreger. Diese Unterschiede haben ihre Ursache in einer unterschiedlichen **Genausstattung**. Man kann heute verschiedene Eigenschaften und Fähigkeiten der Bakterienstämme ganz bestimmten Abschnitten auf ihrem Genom zuordnen.

Bei Bakterien gibt es keine sexuelle Fortpflanzung wie bei den meisten Eukaryoten. Bakterien vermehren sich nur durch **Zellteilung**. Die Folge ist, dass es zu keiner genetischen Rekombination kommt, die Tochterzellen haben also dieselbe genetische Ausstattung. Aber es gibt doch einen Austausch von Genen zwischen verschiedenen Bakterienzellen, und zwar über einen Vorgang, den man **horizontalen Gentransfer** nennt. Dazu verbinden sich zwei Zellen über einen Proteinfaden, einen Pilus. Der Pilus verkürzt sich und bringt die Zellen in unmittelbare Nachbarschaft und es bildet sich eine Plasmabrücke aus, über die genetisches Material von der einen Bakterienzelle in die andere befördert wird. Diese Übertragung kann sogar zwischen Bakterienzellen verschiedener Arten stattfinden (Konjugation).

Eine andere Gen-Übertragungsmöglichkeit besteht durch Viren, die Bakterienzellen befallen, sogenannte **Bakteriophagen** (Transduktion).



Horizontaler Gentransfer bei Bakterien

Schließlich können viele Bakterien auch freie **DNA-Abschnitte** aufnehmen, die beispielsweise nach dem Absterben anderer Bakterien in ihre Umgebung gelangt sind (Transformation). Durch horizontalen Gentransfer können sich bestimmte **Eigenschaften** innerhalb von Bakterienpopulationen sehr rasch ausbreiten, zum Beispiel Resistenzen gegen bestimmte Antibiotika. Außerdem können sich krankheitserregende Bakterien auf diese Weise immer wieder verändern und dadurch neue, für ihren Wirt noch gefährlichere Eigenschaften ausbilden.

Aufgabe 2

Erläutere, welche Mechanismen des horizontalen Gentransfers den Bakterien die Möglichkeit zur Bildung eines Bakterienstammes mit neuen Eigenschaften gibt.

Aufgabe 3

a) Bewerte die Vorteile des horizontalen Gentransfers aus Sicht der Bakterien.
b) Bewerte die Nachteile des horizontalen Gentransfers aus Sicht des Menschen.

VORSCHAU
netzwerk lernen
zur Vollversion

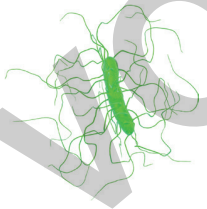
Kreuzworträtsel

M 10

Teste hier dein Wissen rund um EHEC und andere bakterielle Darmbewohner.

Aufgabe

Fülle das folgende Kreuzworträtsel aus.



VORSCHAU

Lösungswort:

1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. Viraler Vektor bei einer Transduktion.
2. Der winzige Cytoplasmaschlauch, über den zwei Bakterien miteinander in Verbindung treten heißt …
3. Das ringförmige DNA-Molekül heißt …
4. Nachname eines Kinderarztes, nach dem ein Darmbakterium benannt ist.
5. Funktion eines Flagellums.
6. Bakterienstämme, die probiotischen Joghurts zugesetzt werden, heißen …
7. Die Gesamtheit der Mikroorganismen, die einen Menschen oder ein anderes Lebewesen besiedeln, nennt man …
8. Die Aufnahme freier DNA-Abschnitte in eine Bakterienzelle nennt man …
9. Das Gift, das von EHEC-Bakterien produziert wird heißt …
10. Die Kurzbezeichnung für das hämolytisch-urämische Syndrom ist …
11. Diese Lebewesen haben EHEC-Bakterien im Darm, ohne zu erkranken.
12. Übertragung von genetischem Material zwischen zwei Bakterienzellen nennt man …
13. Einzellige Lebewesen ohne Zellkern nennt man …

Fotos: Thinkstock/iStock

netzwerk lernen

zur Vollversion