

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.

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?

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.

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 warnten 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.



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.

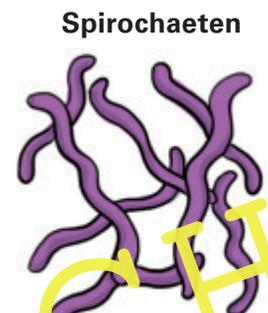
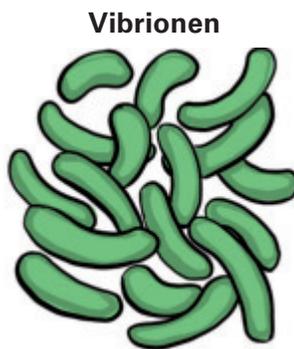
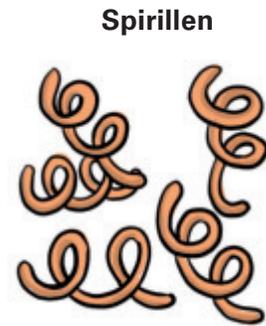
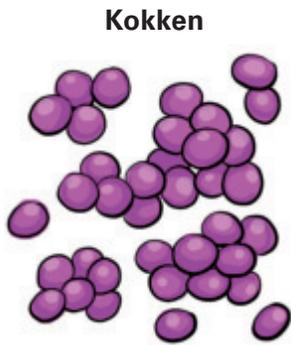
Foto: Colourbox

Aufgabe 2

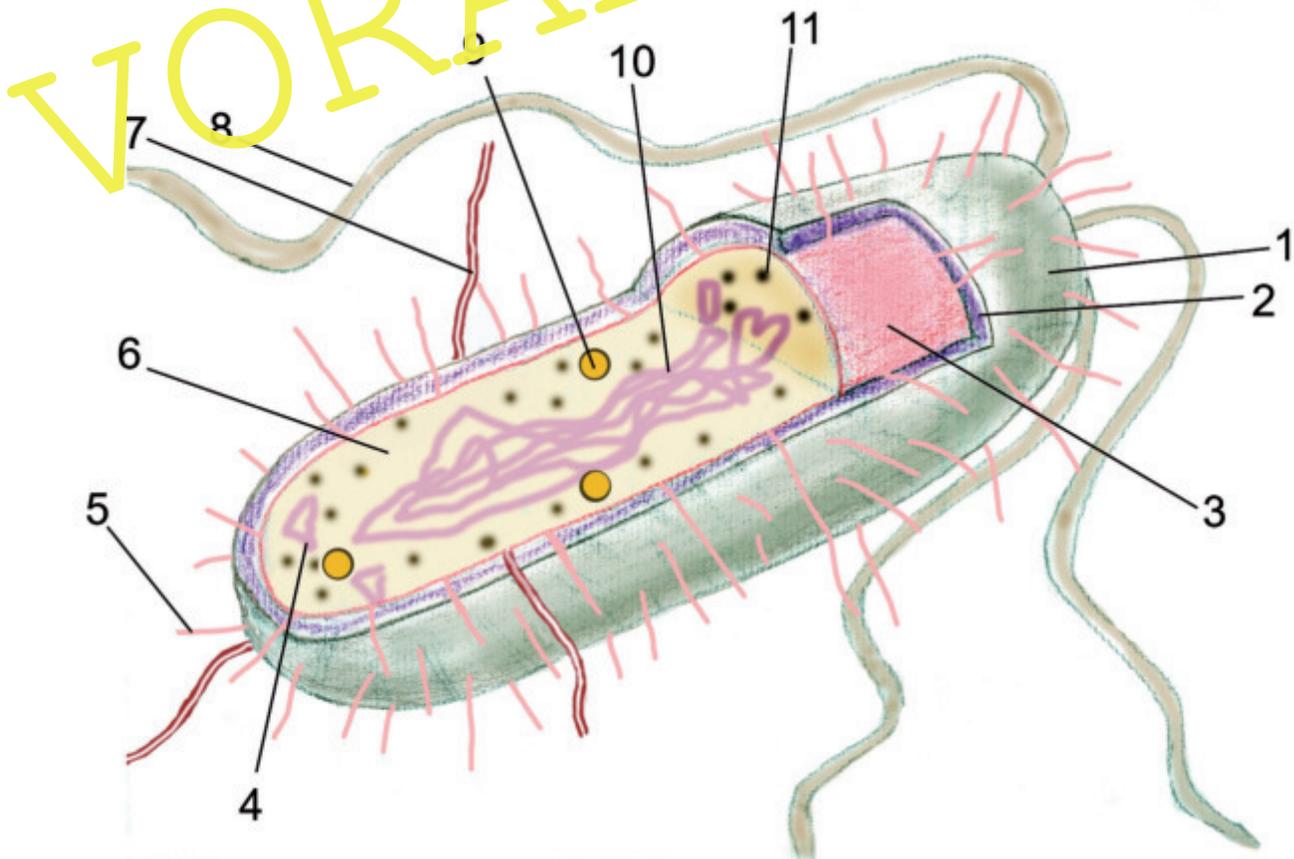
- Leite aus den angegebenen Krankheitssymptomen und -verläufen ab, welche Organe des Menschen durch EHEC geschädigt werden können.
- Bewerte die Verzehrwarnung des Robert Koch-Instituts.

M 2

Bakterienformen



Aufbau einer Zelle von *Escherichia coli*



Was sind Bakterien?

M 3

Ein Mensch bietet Lebensraum für viele Billionen Bakterien. Doch nicht alle Bakterien sind schädlich für unseren Körper.



Aufgabe 1

Lies dir folgenden Info-Text durch und unterstreiche wichtige Begriffe.

Bakterien sind einzellige Lebewesen. Sie besitzen keinen Zellkern und gehören deshalb zu den Prokaryoten. Bakterien lassen sich an ihrer Form unterscheiden: Es gibt

5 längliche Stäbchen, rundliche Kokken, gebogene Vibrionen, spiralförmige Spirillen und Spirochaeten sowie teilweise verzweigte, fädige Formen. Manche Bakterienarten bilden Ketten und Haufen, andere

10 liegen überwiegend einzeln vor. Bakterien ernähren sich, indem sie Verdauungsenzyme nach außen abgeben und die gelösten Nährstoffe aufnehmen. Giftstoffe aus Bakterien können andere Lebewesen schwer

15 schädigen. Ein Mensch bietet Lebensraum für viele Billionen Bakterien, eine Billion ist eine 1 mit zwölf Nullen. Allein auf der Hand leben auf einem Quadratzentimeter

20 100–1000 Bakterien. Die wenigsten davon sind gefährlich – im Gegenteil: Die meisten Bakterien sind für den Menschen sehr wichtig. Sie schützen z. B. vor Krankheitserregern und helfen bei der Verdauung. Probiotische Lebensmittel werden mit solchen

25 nützlichen Bakterien extra angereichert. Bakterien werden auch eingesetzt bei der Herstellung von Nahrungsmitteln (z. B. Joghurt oder Essig), Medikamenten (z. B. Insulin oder Antibiotika) oder Waschmitteln und Kosmetika.

30

Aufgabe 2

- a) Gib den Formtyp von *Escherichia coli* an.
- b) Ordne den Begriffen die jeweils passenden Ziffern von der Zeichnung zum Aufbau einer Zelle von *E. coli* zu:

Bakterienchromosom:

Die in der doppelsträngigen DNA codierte Erbinformation liegt frei im Zytoplasma.

Zellwand:

verleiht dem Bakterium seine Form und schützt den Zellinhalt vor äußeren Einflüssen.

Fimbrium:

Über die haarähnlichen Fimbrien können Bakterienzellen an Oberflächen, untereinander und an Wirtszellen haften.

Ribosomen:

Hier erfolgt die Proteinbiosynthese.

Äußere Zellmembran:

steht durch die Zellwand mit der inneren Membran in Verbindung. Sie ist wichtig für die Anpassungsfähigkeit der Bakterien an ihre Umgebung. Trägt Antigene.

Cytoplasma:

bezeichnet den gesamten lebenden Inhalt einer Zelle, der nach außen von einer Zellmembran umschlossen wird.

Plasmid:

ein kleines, meist ringförmiges, nicht mit dem Bakterienchromosom verbundenes DNA-Molekül.

Pilus:

Mithilfe von Pili können Bakterienzellen Plasmide und Teile ihres Nukleotids austauschen.

Speichersstoffe:

Gespeichert werden u. a. Lipide, Glykogen und Phosphate als Reservestoffe.

Flagellum:

fadenförmige Geißel, dient der Fortbewegung.

Innere Zellmembran:

umgibt das Cytoplasma und ermöglicht einen Stoffaustausch zwischen Zellinnen- und -außenraum.

M 7 Durch Gentransfer zu neuen Eigenschaften

Die EHEC-Epidemie von 2011 nahm so einen gefährlichen Verlauf, weil durch Gentransfer zwischen zwei oder mehr *E. coli*-Stämmen ein besonders aggressiver neuer Stamm entstanden war. Finde heraus, wie es dazu kam.

Aufgabe 1

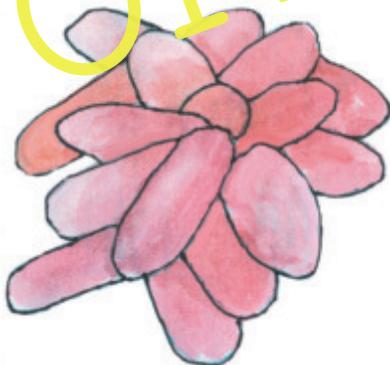
Lies dir den folgenden Info-Text durch.

Genanalysen chinesischer und deutscher Wissenschaftler zeigten, dass die DNA des neuen Erregers überwiegend identisch war mit dem Bakterienstamm **EAEC O104:H4** (Enteroaggregative *E. coli*). Die einzelnen Stäbchenbakterien dieses ***E. coli*-Stamms** haben die Fähigkeit, sich zu kugeligen Gebilden zusammenzulagern, also Aggregate zu bilden. Dadurch sind zumindest die Bakterien im Inneren weitgehend vor **Austrocknung** geschützt. Dies wäre eine Erklärung dafür, dass **EHEC O104:H4** auf Pflanzenoberflächen gut überdauern kann, z. B. auf den ägyptischen Bockshornklee-Sprossen, die als Ausgangspunkt für die Epidemie von 2011 gelten.

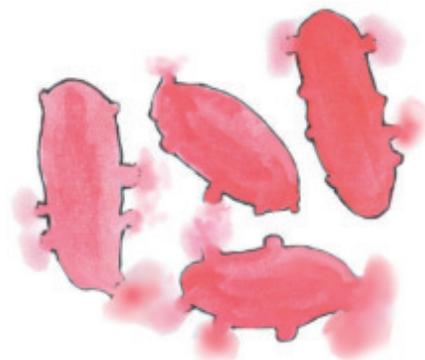
Durch Gentransfer von EHEC-Bakterien erwarb EAEC folgende **neue Eigenschaften**:

1. Von der Gruppe der Shigatoxin produzierenden *E. coli*-Bakterien (STEC) übernahm O104:H4 mit dem Stx-Gen die Fähigkeit, selbst dieses **Gift herzustellen** und auszuscheiden.
2. Folgeschwer ist auch der Transfer des *eae*-Gens. Es codiert für ein Protein (Intimin), mit dem der EHEC-Erreger sich besonders fest an die Darmwand heftet. Dieses Adhäsin fördert zugleich die Entstehung von Entzündungen. Es entstehen **winzige Wunden**. Darüber kann der bakterielle Gift-Cocktail in die Blutbahn und mit dem Blut in den ganzen Körper gelangen.

Normalerweise produzieren *E. coli*-Bakterien die Haft-Proteine nur bei kühleren Temperaturen. Der menschliche Körper ist ihnen zu heiß. Der aggressive EHEC-Erreger produziert aber große Mengen dieser Adhäsine bei 37 °C.



EAEC O104:H4



EHEC-STEC

Aufgabe 2

a) „Die EHEC-Epidemie von 2011 müsste eigentlich EAEC-Epidemie heißen.“

Nimm Stellung zu dieser Aussage eines Wissenschaftlers, der sich mit dem gefährlichen *E. coli*-Stamm beschäftigt hat.

b) Erläutere, welche Vorteile die Aggregatbildung des EAEC-Stamms für die Ausbreitung der Bakterien hat.

M 8

Angriff auf die Organe

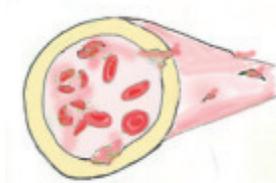
Eine Infektion mit EHEC O104:H4 löst schwere Symptome aus. Finde heraus, wie der Erreger den menschlichen Körper beeinflusst.

Aufgabe 1

Lies dir die folgenden Info-Texte durch.

Blutgefäße

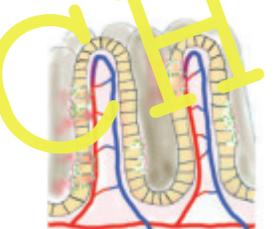
Die EHEC-Gifte zerstören die roten Blutzellen (Erythrozyten) und die Gefäßwände. Um diese abzudichten, lagern sich Blutplättchen an. Irgendwann fehlen dann Blutplättchen, um alle Blutungen zu stoppen.





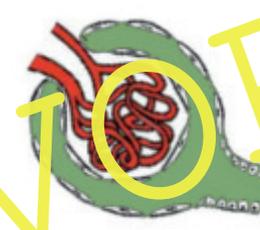
Gehirn

Mit dem Blut gelangen die EHEC-Giftstoffe auch in das Gehirn. Dort docken sie unter anderem an Rezeptoren im Thalamus an, der als „Tor zum Bewusstsein“ gilt. Folge sind Krämpfe und Bewusstseinsstörungen bis hin zum Koma.



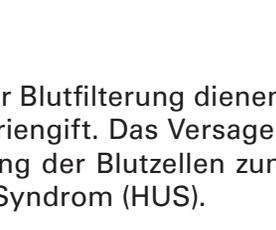
Darm

Mithilfe von Haftproteinen (Adhäsinen) heften sich die Bakterien an die Darmwand. Sie zerstören den Zusammenhalt zwischen den Darmwandzellen und schädigen die Darmwandzellen so stark, dass sie keine Flüssigkeit mehr resorbieren können und es zu Durchfall kommt. Außerdem gelangt das Bakteriengift in den Blutkreislauf.



Nieren

Die zarten Blutkapillaren in den Nieren, die der Blutfilterung dienen, sind besonders empfindlich gegen das Bakteriengift. Das Versagen der Nieren führt zusammen mit der Zerstörung der Blutzellen zum lebensgefährlichen hämolytisch-urämischen Syndrom (HUS).



Aufgabe 2

- Erkläre, wie es durch eine Infektion mit EHEC O104:H4 zu blutigem Durchfall kommen kann.
- Die Nieren haben eine Schlüsselrolle bei der Erkrankung durch EHEC O104:H4. Gib eine Begründung und erkläre, warum bei Erkrankten in schweren Fällen eine Blutwäsche durchgeführt wird.

Wusstest du schon ...

... dass die Menge der Bakterien in deinem Körper ein bis zwei Kilogramm betragen kann?



Kreuzworträtsel

M 10

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

Aufgabe

Fülle das folgende Kreuzworträtsel aus.



12 ↓

6 →

3 ↓

13 →

4 ↓

9 →

8 ↓

11 ↓

10 →

2 ↓

7 →

5 →

1 ↓

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Lösungswort:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

VORANSICHT

Fotos: Thinkstock/iStock

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 ...