

Kapitel 07.01: Bakterien und Milchprodukte



Freies Lehrbuch der anorganischen Biologie von H. Hoffmeister und C. Ziegler
(unter GNU Free Documentation License, Version 1.2 (GPL)).

Die jeweils aktuellste Fassung finden Sie unter: <https://hoffmeister.it/index.php/biologiebuch>

Inhalt

Kapitel 07.01: Bakterien und Milchprodukte.....	1
Inhalt.....	2
Einführung: Bakterien.....	4
Was sind Bakterien?.....	4
Robert Koch entdeckt die Bakterien.....	6
Beispiel für den Nutzen von Bakterien.....	7
Versuche mit Bakterien.....	8
Anpassungen der Bakterien an extreme der Umwelt.....	9
Man unterteilt Bakterien nach ihrer Form:.....	10
Die Vielfalt von Bakterien.....	13
E. coli - Bakterien aus dem Darm.....	14
Heu kann sich durch Bakterien leicht entzünden: Bacillus subtilis - das Heubazillus.....	15
Was passiert im Heu?.....	15
Hier ein Bild der Heubakterien:.....	17
Einordnung der Bakterien in den Stammbaum aller Lebewesen.....	18
Bilder von Bakterien.....	19
Fortpflanzung: Das Wachstum von Bakterien.....	20
Wachstumskurve von Bakterien.....	20
Aufbau der Bakterienzelle im Detail.....	22
Aufbau der Bakterienzelle II.....	23
Ernährungsweise der Bakterien.....	24
Unterscheidung von drei Hauptgruppen:.....	24
Energiegewinnung bei Bakterien:.....	25
Symbiose bei Bakterien.....	26
Endosymbiose:.....	26
Bedeutung der Bakterien als Krankheitserreger.....	27
Seuchen:.....	27
Ansteckung.....	27
Wichtige bakterielle Krankheiten.....	27
Worauf beruht die pathogene Wirkung?.....	27
Ein bekannter Krankheitserreger - die Salmonellen.....	28
Bakterielle Krankheiten: Tuberkulose.....	29
Bakterielle Krankheiten: EHEC.....	30
Vermutlich wurde die Antibiotikaresistenz von Viren von anderen Bakterien auf EHEC übertragen.....	30
Schutz vor krankheitserregenden Bakterien.....	31
Wirkung von Antibiotika auf die Darmflora.....	32
Resistente Bakterien im Krankenhaus.....	33
Die häufigsten pan- und multiresistenten Bakterien.....	33
MRSA.....	33
VRE.....	33
ESBL.....	33
cMRSA.....	33
Karies - ein harmloses Bakterium kommt uns teuer zu stehen.....	35
Mikroskopisches Bild von Streptococcus mutans.....	35
Helicobacter pylori - Gefahr mit vielen Geißeln.....	36
Mikroskopisches Bild von Helicobacter pylori:.....	36
Schutz vor Bakterien & das Immunsystem des Menschen.....	37
a) Merkmale der Entzündung:.....	37
b) Wie reagiert der Körper bei Befall von Krankheitserregern?.....	37
c) Schutz und Vorbeugung:.....	37
Bedeutung der Bakterien IV- Bakterien in der Biotechnologie.....	38
a) Versuch zu Milchprodukten:.....	38
b) Stoffwechsel der Bakterien:.....	38
c) Käse:.....	38
d) Übersicht über die Bildung von Milchprodukten.....	39
e) Rezept zur Joghurtherstellung.....	39

f) Die Vielfalt der Milchprodukte.....	40
Wiederholungsfragen zum Thema Bakterien und Milchprodukte.....	41

Einführung: Bakterien

Sicher hast Du auch schon mal gehört, dass jemand eine Lebensmittelvergiftung hatte. Diese Krankheit wird durch ein Bakterium ausgelöst, welches als „Salmonellen“ bekannt ist. Solche Salmonellen wachsen beispielsweise auf rohem Fleisch, wenn es zu warm wird (z.B. Grillfleisch lange in der Sonne liegt) oder auch auf altem Fisch usw.

Bakterien kommen überall vor. Nur die wenigsten lösen Krankheiten aus. So findet man sie z.B. auf unserer Haut, im Joghurt oder auch im Heuschober.

Bei Landwirten sehr gefürchtet sind die Heuschober, welche sich im Frühsommer selbst entzünden! Ursache sind „Heubazillen“, welche sich im zu nassen Heu vermehren. Dadurch steigt die Temperatur stark an, das Heu entzündet sich.

Eine ähnliche Wärme durch Bakterien kannst Du bei Euch am Komposthaufen wiederfinden. Er ist selbst im Winter warm!

Was sind Bakterien?

Bakterien sind sehr kleine Lebewesen. (1-10 µm). Man findet sie überall, im Boden, in der Luft und im Wasser). Selbst im Eis, in sehr großer Meerestiefe, in Lebensmitteln und in sehr heißen Quellen kann man sie finden. Einige leben sogar ohne Sauerstoff! sind sie zu finden.

Ihr Erbgut liegt in Form eines kreisförmigen DNA-Doppelstranges sowie in kleineren, kreisrunden DNA-Abschnitten vor. (= Plasmide). Plasmide sind für die Fortpflanzung unerheblich. Durch Plasmide kann aber Erbgut in andere Bakterienzellen übertragen werden (=Konjugation). So kann es z.B. zur Weitergabe von Resistenzen gegenüber Antibiotika kommen.

Einige Fakten zu Bakterien:

- Ca. 6000 Bakterienarten sind heute bekannt.
- Bakterien haben einen simplen und besonders einfacher Aufbau. Dadurch können sie sich schnell fortpflanzen.
- Das Wort Bakterium Stamm aus dem Griechischen (*bakterion* = Stäbchen)
- Bakterien erledigen oft nützliche Aufgaben. Bakterien sind die wichtigsten Lebewesen für Menschen.
- Nur einige wenige Bakterienarten (ca. 200 Arten) lösen Krankheiten aus. Sie werden auch pathogene Bakterien genannt.
- Durchmesser: 0,001 - 0,01 mm => 1000 Bakterien hintereinander sind 1mm lang.
- Sie bilden Sporen als „Überdauerungsform“. Diese werden bis zu 300 Jahren alt und können nur schwer durch Hitze oder Kälte getötet werden.
- Der Mensch ist durch sein Immunsystem gegen krankheitserregende Bakterien geschützt.
- Vermehrung der Bakterien durch Zellteilung => potentielle Unsterblichkeit
- Die Bakterien bezeichnet man als Prokaryoten, da sie keinen Zellkern haben. Tier- und Pflanzenzellen werden als Eukaryoten bezeichnet (Eu = mit, Karyus = Kern).
- Der Mensch besteht aus etwa 10 Billionen Zellen. Auf seinem Körper und in ihm leben ca. zehnmal so viele Bakterien. Das entspricht also ca. 100 - 120 Billionen Bakterien auf und im Körper!
- Ca. 1 Billion Bakterien leben alleine auf der Körperoberfläche. Das entspricht ca. der 150 fache Erdbevölkerung!
- Alleine im Mund leben insgesamt etwa 10 Milliarden Bakterien. Allerdings sind dies nicht alle Bakterien der gleichen Art, sondern rund 800 verschiedene Bakterienarten. Das bekannteste davon ist das Karies-Bakterium.
- Auf und in Menschen leben mehr als 1000 verschiedene Arten. Davon alleine 500 verschiedene Bakterienarten, die dem Immunsystem dienen.
- Die Haut und vor allem der Darm sind von ihnen besiedelt (mehr als 1000 Bakterienarten leben alleine im Darm, vermutlich haben sie alleine im Darm eine Masse von insgesamt 1,5 kg).
- Im Mutterleib lebt noch kein Bakterium im Fötus, er ist sozusagen keimfrei.
- Ab der Geburt besiedeln Bakterien den Säugling: Keime aus der Umwelt, Milchsäurebakterien der Haut usw. Diese Besiedlung ist sehr wichtig für die Ausbildung des Immunsystems.
- Jeder Mensch hat eine individuell unterschiedliche bakterielle Zusammensetzung auf und in seinem Körper. So hat jeder Mensch eine andere Darmflora. Die Art der Darmflora hat maßgeblichen Einfluss auf viele Dinge im späteren Leben.

Nützlige & Schädlinge:

- + Im Darm verdauen sie Ballaststoffe => Hülsenfruchtproblem, da Gärung betrieben wird.
- + Milchprodukte werden durch Milchsäurebakterien hergestellt.
- + Milchsäurebakterien schützen unsere Haut vor anderen Bakterien und Pilzen.

- Karies-Bakterien, Milchsäurebakterienzucht in Turnschuhen => Fußgeruch (Luft hilft!)
- Einige gefährliche Krankheiten werden durch Bakterien ausgelöst (z.B. die Seuchen des Mittelalters, Salmonellenvergiftung uv.a.).

Zusatzinformationen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Bakterien>

Bilder und vieles mehr:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Bacteria>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Bakterien>

Robert Koch entdeckt die Bakterien

Der Mediziner und Mikrobiologe Heinrich Hermann Robert Koch (11.12.1843 in Clausthal; † 27.05.1910) war der erste, der 1876 als Ursache für die schwere Krankheit „Milzbrand“ das Bakterium *Bacillus anthracis* identifizierte und es dann in einer Kulturlösung (also außerhalb des Organismus) vervielfältigen konnte.

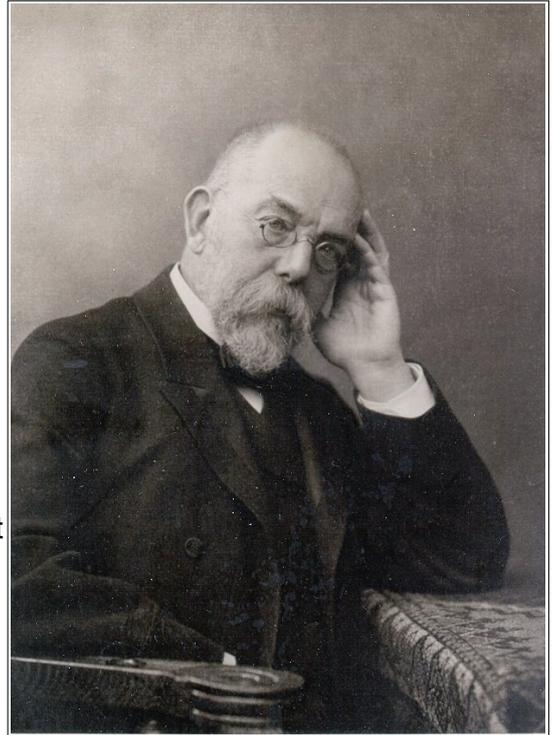
Dies half, sich davor zu schützen, da nun Übertragungswege verstanden wurden. Auch wurde es für nachfolgende Wissenschaftler so einfacher ein Gegenmittel zu erforschen, da man nicht mehr auf Erkrankte angewiesen war.

Koch war somit der erste, der den Lebenszyklus eines Bakteriums vollständig verstand und beschrieb.

Durch seine Erfolge im Kampf gegen Milzbrand motiviert, forschte er an anderen Krankheiten weiter. Im 19. Jahrhundert war Tuberkulose eine schwere, oft tödliche Krankheit, an der ca. jeder 7. Deutsche starb!

1882 entdeckte Koch den Erreger „*Mycobacterium tuberculosis*“ dieser Seuche!

1905 wurde ihm der Medizin-Nobelpreis verliehen. Er ist, zusammen mit dem Franzosen Louis Pasteur der Begründer der modernen Bakteriologie und Mikrobiologie.



Quelle Bild: Public domain by Wilhelm Fechner, 1900; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robert_Koch.jpg

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Robert_Koch

Beispiel für den Nutzen von Bakterien

- 20-30s nach dem Trinken von Wein entfaltet dieser ein neues Aroma. Ursache ist das im Mund lebende *Fusobakterium nucleatum*. Es spaltet über seine Enzyme Schwefelverbindungen des Weins und bildet daraus einen Aromastoff.
- Schweiß und sein Geruch ist bei jedem Menschen anders zusammengesetzt. Dies ist abhängig vom eigenen Erbgut, dem jeweiligen Immunsystem aber auch massiv abhängig von der Bakterienzusammensetzung der Haut.
- *Bacteroides* ist ein Darmbakterium. Es zersetzt im Dickdarm unverdauliche Kohlenhydrate und Ballaststoffe und bildet daraus Fettsäuren, die der Mensch dann verdauen kann.
- Darmbakterien können auch Vitamin K produzieren.
- Milchsäurebakterien der Vagina nehmen (vor allem während der Schwangerschaft) Zucker der Haut auf und bilden daraus Milchsäure, was den Embryo vor anderen Bakterien schützt. Dies ist ein wesentlicher Teil unseres Immunsystems. Damit die Bakterien immer genug Milchsäure bilden, werden sie vom Körper mit Zucker versorgt.
- 10ml Botulinumextrakt reicht, um damit rund 125 000 Menschen zu töten => stärkstes bekanntes Gift. Wird hergestellt aus dem Bakterium *Botulinum*. Heute als Botox in der Kosmetikindustrie zum Glätten der Haut in sehr starker Verdünnung eingesetzt.

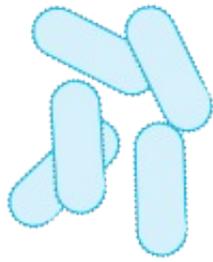
Versuche mit Bakterien

- Darmbakterien einer dicken Maus wurden einer dünnen Maus eingepflanzt. Als Konsequenz wurde auch die dünne Maus dick. Man vermutet, dass diese Bakterien dafür sorgen, dass die Maus mehr Energie aus der gleichen Nahrung aufnehmen kann.
- Mäuse suchen selten das Licht auf und werden ängstlich, wenn sie schattige Bereiche, z.B. in einem Labyrinthversuch verlassen müssen. Dann gab man den Mäusen sehr große Konzentrationen von Milchsäurebakterien als Nahrung, woraufhin die Mäuse mutiger wurden und auch eher ins Licht gingen. Man vermutet, dass die Bakterien für die Ausschüttung von wichtigen Botenstoffen verantwortlich sind, die das Gehirn beeinflussen und die Gefühlslage dort verändern. Eventuell hat man hier eine mögliche Ursache von Depressionen gefunden.

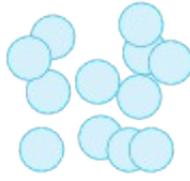
Anpassungen der Bakterien an extreme der Umwelt

- In der Tiefsee können Bakterien in bis zu 400°C heißem Wasser Schwefelwasserstoff abbauen, der aus Black Smokern (vulkanische Wasserquellen, die reich an Schwefelwasserstoff sind) stammt und daraus Zucker gewinnen, was die Basis für Tiefseeökosysteme ist.
- Salzgehalt im Toten Meer, bis zu 40g/Liter Wasser. Zu salzig für jedes Lebewesen zum Überleben! Nur das salzliebende Bakterium Halokokus kann dort leben. Es hat im inneren die gleiche Salzkonzentration, sodass es keine osmotischen Probleme bekommt.
- Der arsenhaltige See „Monolake“ in Kalifornien ist ebenfalls von Lebewesen unbesiedelt. Dort kann nichts leben, da das Arsen im Wasser jedes Lebewesen tötet, da Arsen ein sehr starkes Gift ist: Nur das Bakterium GFAJ-1 kann dort leben. Es baut Arsen in seine Stoffe ein.
- In tiefliegenden Höhlen in Südamerika leben Bakterien von Mineralien, die durch radioaktiven Zerfall entstanden sind. Die Mineralien reichen dem genügsamen Bakterium als Nahrungsquelle.

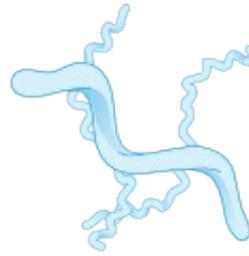
Man unterteilt Bakterien nach ihrer Form:



Bazillen



Kokken



Spirillien

Quelle Bild: public domain, author: wikipediauser LadyOfHats, Mariana Ruiz:
https://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Bacteria_morphologic_forms_simplified.svg Muchas Gracias

Formen:

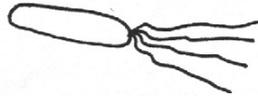
a) Stäbchenbakterien (Bacillen; lat. bacillum=Stäbchen)

- ohne Geißel

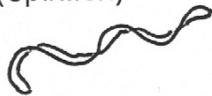


z.B. Tuberkulosebacillus

- mit Geißel(n)



b) Schraubenbakterien (Spirillen)



c) Kugelbakterien (Kokken)

- 

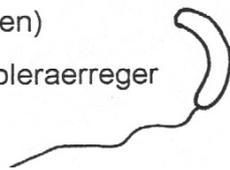
- in Ketten



z.B. Karieserreger

d) Komma-bakterien (Vibrionen)

z.B. Choleraerreger



Die Vielfalt von Bakterien

Bakterien lassen sich äußerlich kaum unterscheiden. Allerdings gibt es Gruppen, die sich aufgrund ihrer Form einteilen lassen:

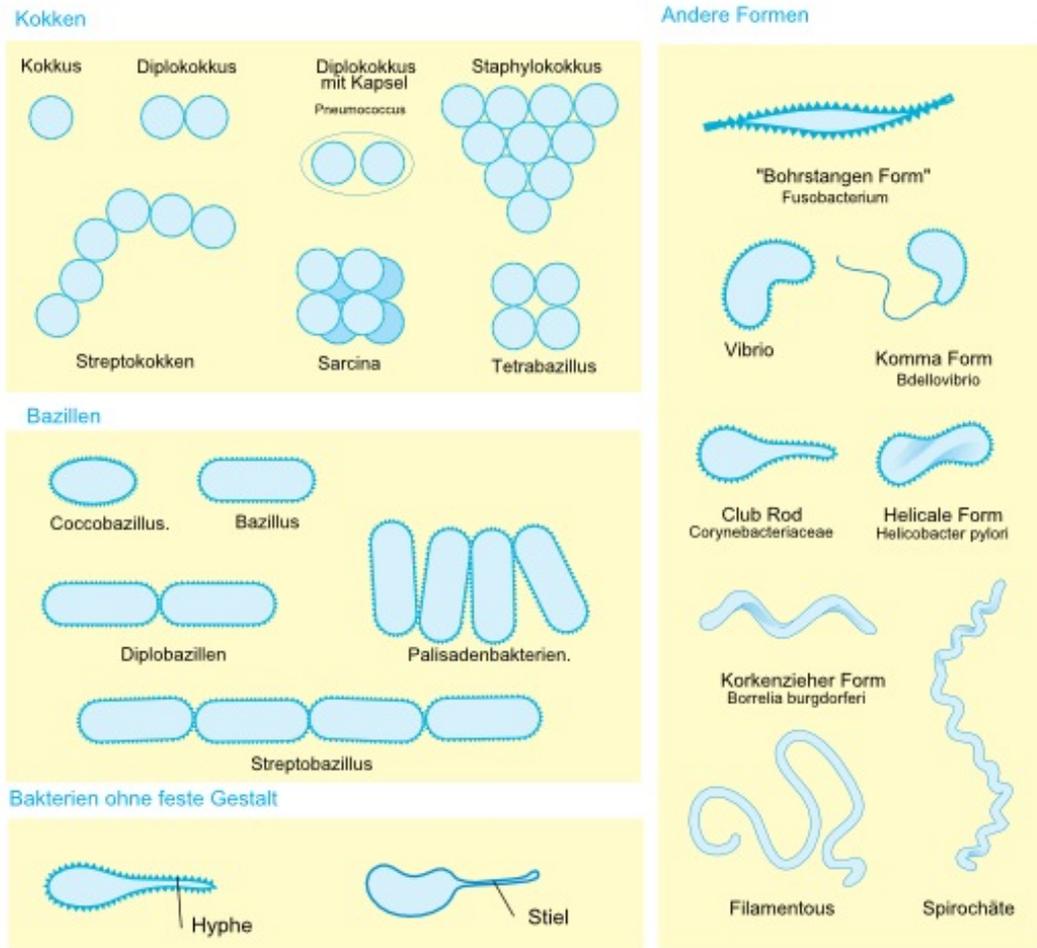
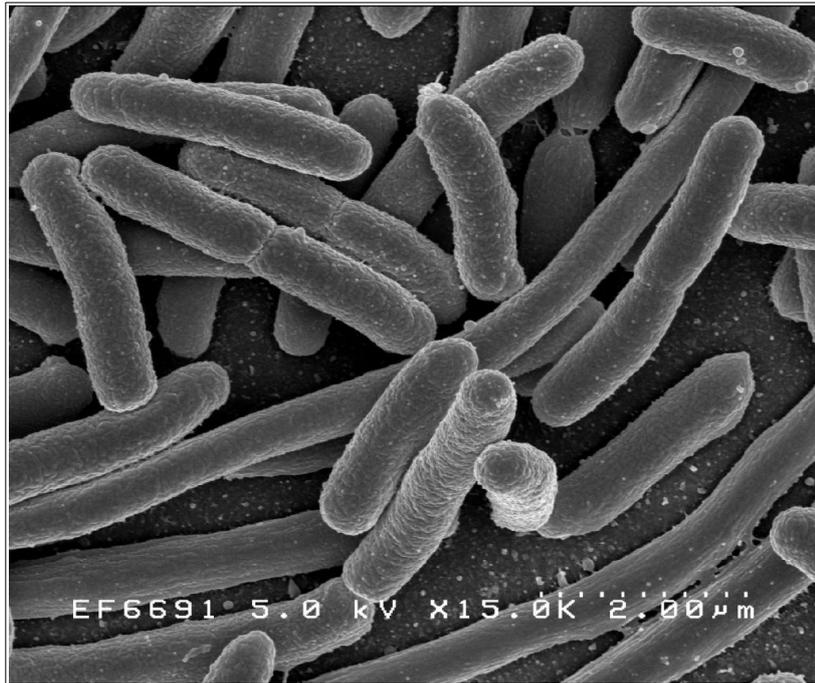


Bild: https://en.wikipedia.org/wiki/Image:Bacterial_morphology_diagram.svg; public domain, author: wikipediauser LadyOfHats, Mariana Ruiz

E. coli - Bakterien aus dem Darm



Escherichia coli ist das wichtigste und häufigste Bakterium im Darm von Säugetieren und des Menschen. Es verdaut Unverdaubares, wie Ballaststoffe und dient dem menschlichen Immunsystem zum Training! Gelangen diese Bakterien aber in den Magen, z.B. durch unsauberes Trinkwasser, so kann der Mensch davon krank werden.

Benannt wurde das Bakterium 1919 nach seinem Entdecker Theodor Escherich. Der zweite Teil des Namens „Coli“ hingegen, bezieht sich auf die Stelle des Darms, in dem es vorkommt: Kolon - einem Teil des Dickdarms.

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli

Heu kann sich durch Bakterien leicht entzünden: Bacillus subtilis - das Heubazillus



Durch das massive Fichtensterben im Harz 2018-2020 wurden sehr viele tote Bäume entfernt. Die große Frage für die Forstwirte war, wohin mit dem Holz?

Die Bäume wurden zum Teil so zu Späne und Pellets verarbeitet, um so als Brennstoff in den Handel zu kommen. Diesen großen Berg an Holz habe ich zufällig beim Vorbeifahren auf einem Parkplatz gefunden. Er war ca. 4 m hoch und ca. 15m lang.

Durch den Regen waren die Pellets/Späne aber nass geworden und beim Vorbeifahren sah ich, dass sie dampften.

Aber warum verdampft das Wasser? Es war draußen nur ca. 1°C warm, also viel zu kalt, damit viel Wasser verdampfen kann. Wo kam also die Wärme her?

Ganz einfach: Bakterien auf dem Holz vermehren sich, wenn sie genügend Wasser und Nahrung haben. Als Nahrung dient das Holz, vor allem der enthaltene Zellstoff, der ein Kohlenhydrat ist. Durch das Regenwasser konnten die Bakterien nun wachsen und sich gut vermehren.

Da jedes Bakterium ein Lebewesen mit eigenem Stoffwechsel ist, entsteht bei diesen Lebensvorgängen auch immer etwas Abwärme, so wie bei uns Menschen und Pflanzen auch.

Durch die Billionen von Bakterien addiert sie die Wärme, sodass es im Inneren des Haufens sehr warm werden kann. Temperaturen von 60°C sind keine Seltenheit.

Was passiert im Heu?

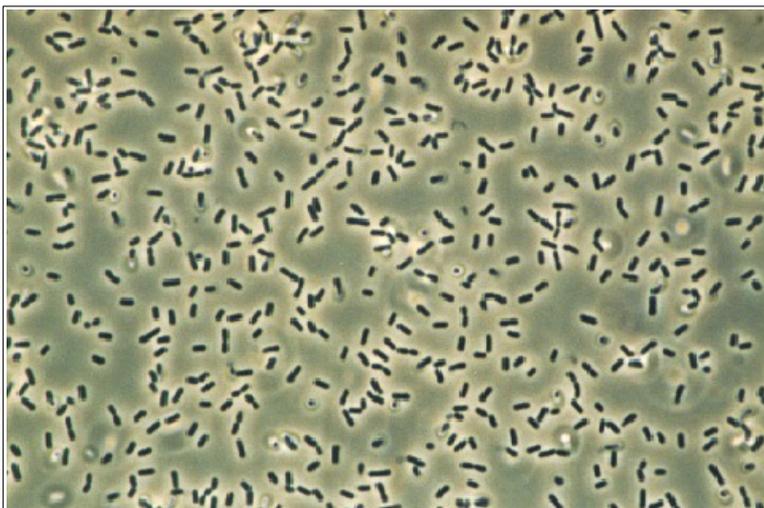
Gleiches passiert in der Scheune, wenn der Bauer versehentlich nasses Heu einlagert. In seltenen Fällen kann sich das Heu sogar entzünden und dann brennt die Scheune.

Im feuchten Heu leben Bakterien, sogenannte Heubazillen. Sie können sich, solange es feucht ist, gut vermehren und durch ihre Anzahl die Temperatur des Heus im Extremfall bis zur Selbstentzündung steigern!



Ein Video zur dampfenden Späne findest Du hier in meinem Kanal: <https://youtu.be/giVznJEGNMk>

Hier ein Bild der Heubakterien:



Quelle Bild: Public domain by wikicommonsuser kookaburra - https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Bacillus_subtilis.jpg - Thank you

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Bacillus_subtilis

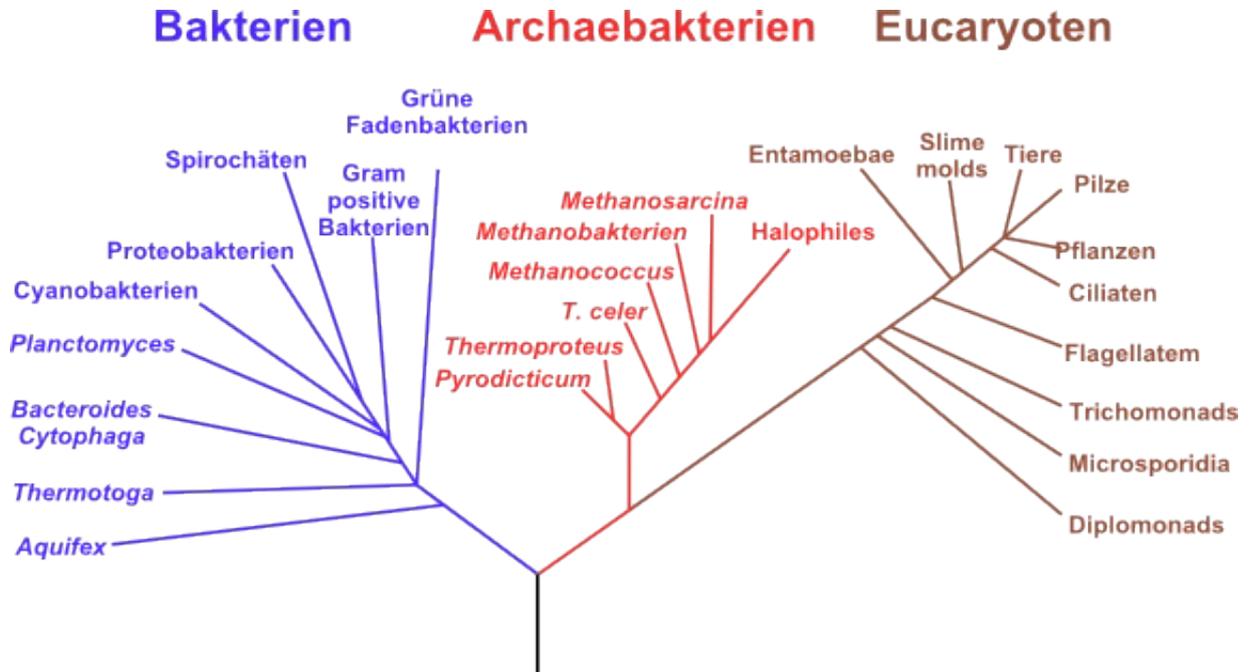
<https://de.wikipedia.org/wiki/Heuselbstentzündung>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Heu>

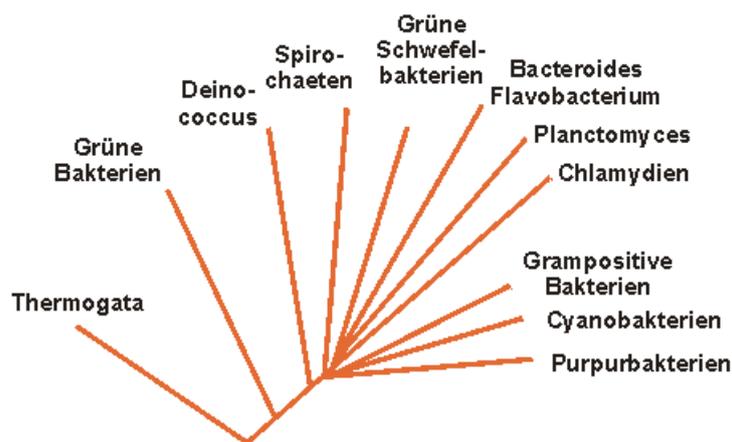
Einordnung der Bakterien in den Stammbaum aller Lebewesen

Hier siehst Du zwei verschiedene Stammbäume der Bakterien. Bakterien gehören zu den am längsten auf der Erde lebenden Lebewesen. Vermutlich waren sie eine der ersten Lebensformen überhaupt, aus denen sich nach und nach andere Lebensformen entwickelt haben.

Nicht alle Gruppen von Lebewesen haben einen deutschen Namen. Schau Dir erst einmal die an, die Du schon kennst.



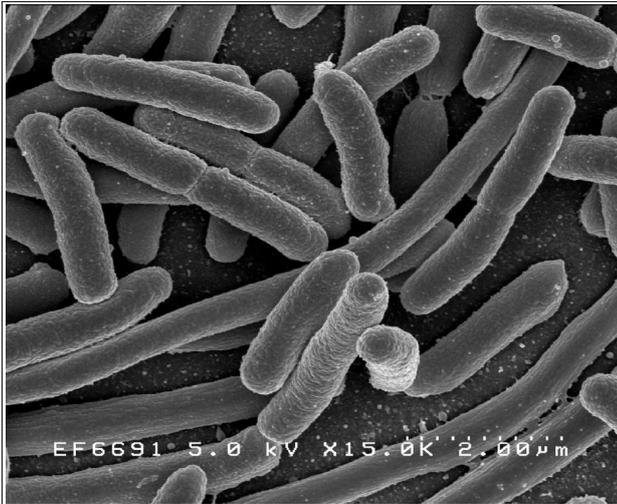
Quelle Bild: public domain de wikipediauser Eric Gaba: https://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Phylogenetic_tree.svg - Merci



Quelle Bild: public domain https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Stammbaum_Bakterien.png wikipediauser: Kookaburra - vielen Dank

Bilder von Bakterien

Ecoli

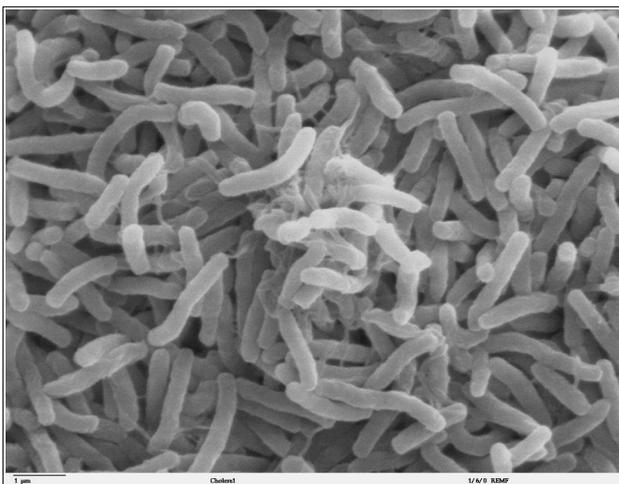


Quelle Bild: Author: public domain by National Institutes of Health, part of the US Department of Health and Human Services.
https://en.wikipedia.org/wiki/Image:EscherichiaColi_NIAID.jpg;



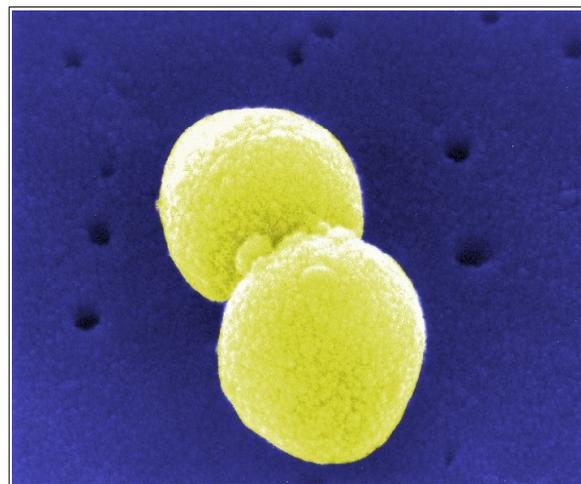
Quelle Bild: public domain by U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration,
https://en.wikipedia.org/wiki/Image:Agar_plate_with_colonies.jpg

Cholera:



Quelle Bild: Public domain by dartmouth.edu - thank you
Source: <https://remf.dartmouth.edu/images/bacteriaSEM/source/1.html>
License information at <https://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html>
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cholera_bacteria_SEM.jpg

Lungenentzündung



Quelle Bild: Public domain by cdc.gov & Dr. Richard Facklam
<https://phil.cdc.gov/phil/> thank you;
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pneumokokken.jpg>

Streptococcus pyogenes (=> Halsentzündung)



Quelle Bild: Public domain by www.cdc.gov & Wikicommonsuser Kookaburra; thank you
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Streptococcus_pyogenes.jpg
<https://phil.cdc.gov/phil/details.asp?pid=2110>

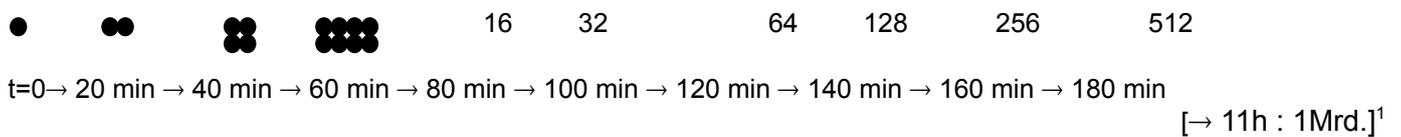
Fortpflanzung: Das Wachstum von Bakterien

Bakterien vermehren sich durch Zellteilung (=mitotisch) durch eine Teilung in der Mitte der Zelle. Ein Bakterium teilt sich im Idealfall alle 20 Minuten. Voraussetzung sind eine warme Umgebung und etwas Feuchtigkeit. Die entstehenden Tochterbakterien teilen sich dann erneut nach 20 Minuten. Bei Menschen dauert ein Teilungsschritt, z.B. beim Wachstum eines Säuglings oder beim Wundverschluss bis zu 24 Stunden.

Aufgabe:

Stelle eine Tabelle auf (in 20 min. Schritten) und finde so heraus, wie viel Nachkommen ein einziges Bakterium nach 3 Stunden hat.

Bsp: Streptococcus mutans (verursacht Karies im Mund durch Milchsäuregärung, welche den 1mm dicken Zahnschmelz angreift)



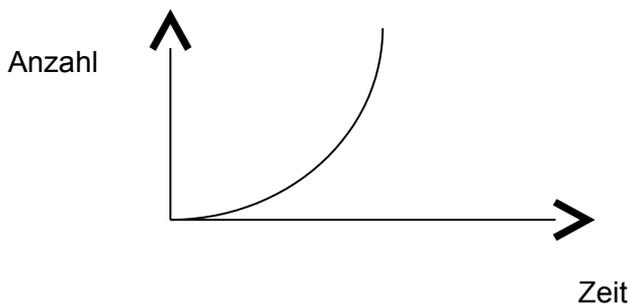
Schon nach 11 Stunden wären bei optimalen Bedingungen ca. 1Milliarde Bakterien entstanden. Warum ist das nicht so?

Wie wird das exponentielle Wachstum der Bakterien gebremst?

- durch Nahrungsmangel,
- ungünstige Umweltbedingungen (Trockenheit, Kälte, Hitze, usw.)
- durch das Immunsystem bei Erkrankten. Das Immunsystem verlangsamt eine derartig ungebremstes Wachstum. (=> Kurve flacht wieder ab!)

In der Natur wird das Bakterienwachstum durch Nahrungsmangel und das Klima begrenzt.

Wachstumskurve von Bakterien



Verdoppelt sich die Anzahl der Bakterien mit jedem Teilungsschritt, spricht man auch von einem exponentiellen Wachstum.

**Die mathematische Formel zum Berechnen der pro Generation (n) entstehenden Bakterien ist:
N = 2ⁿ**

¹ Wie lange muss man warten bis 2 Mrd. vorliegen?

Überdauerung schlechter Lebensbedingungen:

Feindliche äußere Bedingungen überstehen verschiedene Bakterien durch die Bildung je einer Spore, die innerhalb der Zelle entsteht.

Die Sporen sind derbwandig und enthalten Erbgut, Ribosomen, Reservestoffe, aber kaum Wasser. Diese Sporen können große Kälte (einige sogar flüssigen Stickstoff) und Hitze (längeres Kochen!) überstehen. Bei günstigen Umweltbedingungen keimen die Sporen wieder aus und die Bakterien gewinnen ihre Lebensaktivität wieder. Die Lebensdauer der Sporen kann bis zu 200-300 Mio. Jahre betragen. So alte Bakteriensporen hat man z.B. in Salzlagerstätten in 700 m Tiefe gefunden, welche wieder auszukeimen begannen, als Menschen isolierten und in Kulturlösungen brachten.

Aufgaben:

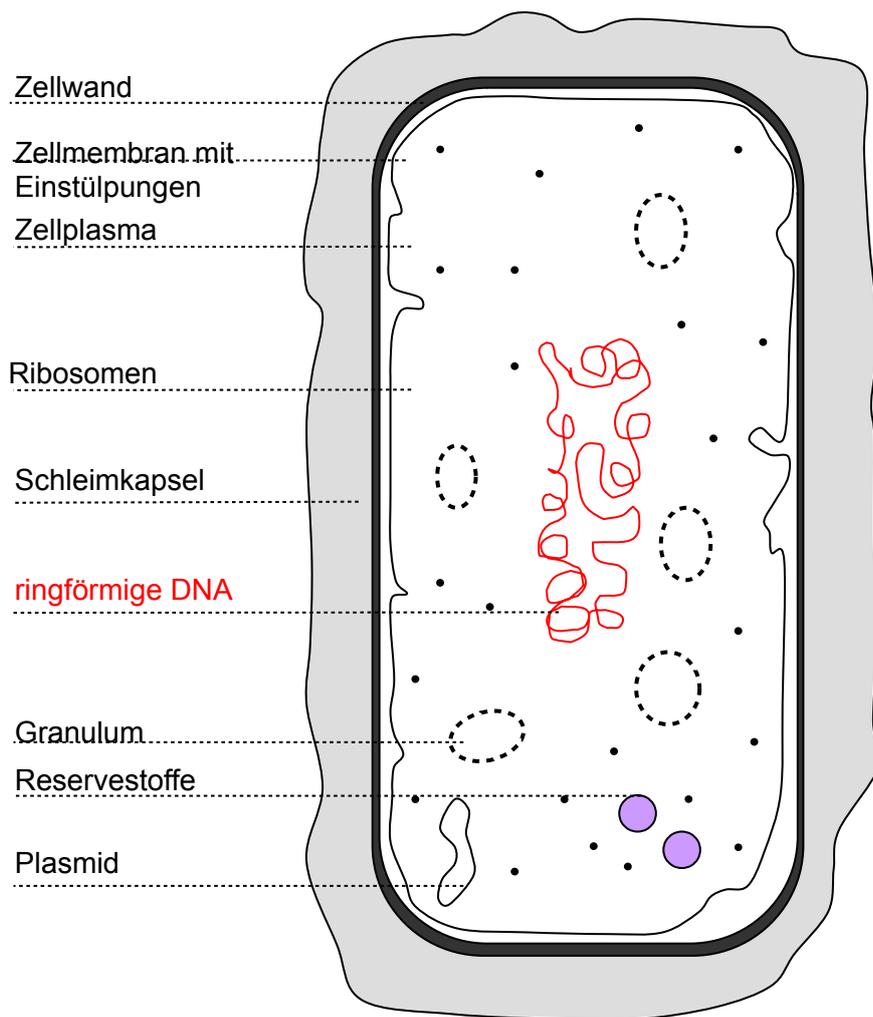
1. Wodurch unterscheiden sich Bakterien von Tier und Pflanzenzellen?
2. Welche verschiedenen Gestalten von Bakterien kennst du?
3. Wie vermehren sich Bakterien?
4. Was ist eine Spore? Welche Aufgabe hat sie?
5. Ein Bakterium hat eine Größe von einem $1/1000$ mm. Berechne, wie groß eine Bakterienkolonie nach 24 Stunden sein kann, wenn man von optimaler Vermehrungsgeschwindigkeit ausgeht.
6. Erstelle eine Tabelle mit den Spalten „Zeit“ (in 20 min. Schritten) und „Anzahl Bakterien“, welche mit einem Bakterium beginnt, welches sich alle 20min. verdoppelt und finde so heraus, wie viel Nachkommen ein einziges Bakterium nach 6 Stunden hat.
7. Erstelle zu Deiner Tabelle ein passendes Diagramm (die Zeit auf der x-Achse!)
8. Stelle Vermutungen auf, wie das exponentielle Wachstum der Bakterien in der freien Natur gebremst wird.

Aufbau der Bakterienzelle im Detail

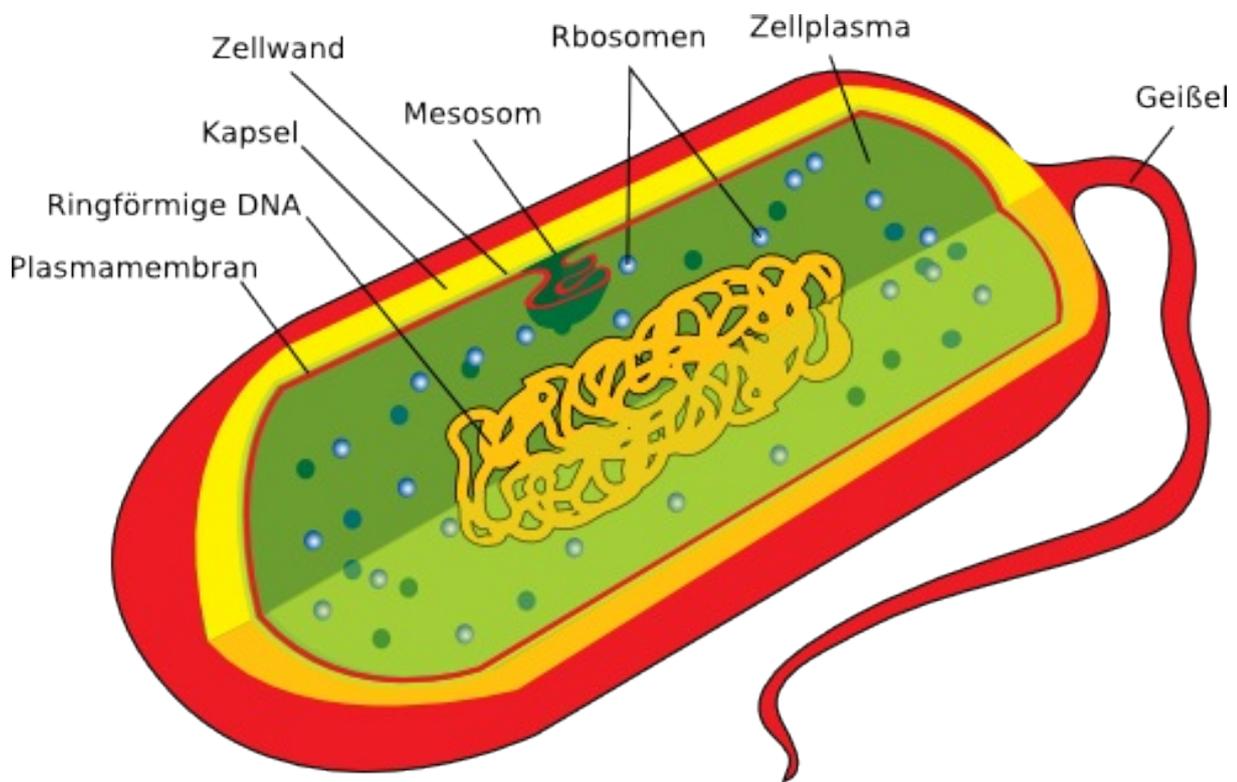
Bakterien sind im Vergleich zu „normalen“ eukaryotischen Zelle viel kleiner. Die Bakterienzelle stellt sozusagen die einfachste Form des Lebens dar. In ihr wird auf alles verzichtet, um einen einfachen, sich schnell reproduzierbaren und fortpflanzungsfähigen Organismus zu haben.

Die Bakterien bezeichnet man als Prokaryoten (gr. pro = vor)
 Tier- und Pflanzenzellen werden als Eukaryonten (gr. eu = mit) bezeichnet.

Prokaryoten sind zelluläre Lebewesen, deren Zellkern nicht von einer Membran umschlossen ist.



Aufbau der Bakterienzelle II



Quelle Bild: https://en.wikipedia.org/wiki/Image:Prokaryote_cell_diagram.svg
 public domain, author: wikipediauser LadyOfHats, Mariana Ruiz

Ernährungsweise der Bakterien

Unterscheidung von drei Hauptgruppen:

- **Saprobionten** (leben auf totem organischem Material; z.B. Milchsäurebakterien im Joghurt)
- **Parasiten** (leben auf organischem Material; z.B. Fäulnis, viele Krankheitserreger sind Parasiten!)
- **Symbionten** leben in Wechselbeziehung zum gegenseitigen Nutzen (z.B. auf unserer Haut lebende Bakterien schützen uns durch ihr Stoffwechselprodukt „Milchsäure“ vor Krankheiten. Bakterien im Magen der Kuh verdauen den im Gras enthaltenen Stoff Zellulose, die Kuh kann dann beim Wiederkäuen die Bakterien und die zersetzte Zellulose verdauen).

Hinweise:

Im Wald zersetzen Saprophyten z.B. tote Tiere, Laub und abgestorbene Pflanzen. Sterben die Bakterien ab, werden so Mineralsalze frei und damit wieder dem Boden zugeführt. Bakterien haben also enormen Einfluss auf Art und Zusammensetzung des Bodens. Mit ihrer Hilfe werden organische pflanzliche und tierische Überreste (sowie anorganische Gesteinspartikel) vollständig zersetzt. Dadurch werden ungeheure Mengen an Pflanzennährstoffen gewonnen.

Symbiotische Bakterien kommen z.B. im gesamten Verdauungstrakt (=Darmflora) und in der Haut vor. Dort sind sie für einige ablaufende Prozesse sehr wichtig. Eine Schädigung der Darmbakterien durch lange Einnahme von Antibiotika kann zum Beispiel sich auf die Verdauung des Menschen sehr stark auswirken. Betroffen haben oft wochenlang Verdauungsbeschwerden, welche erst verschwinden, wenn sich die Darmbakterien wieder regeneriert haben.

Energiegewinnung bei Bakterien:

Abbau energiereicher organischer Substanzen mit dem Ziel der Verwendung der freiwerdenden Energie für eigene Lebensvorgänge. Bei Bakterien gibt es grundsätzlich zwei Arten des Stoffwechsels: (=Aufnahme organischer Substanzen auf Verarbeitung).

1. Heterotroph:

Aufnahme und somit Abbau energiereicher organischer Substanzen. Diese Lebensweise findet man bei allen drei Hauptgruppen! Die organischen Substanzen sind bei Saprobionten z.B. das Laub am Waldboden und bei Symbionten wie den Milchsäurebakterien auf unserer Haut die Nährstoffe im Schweiß.

a) Abbau mit Sauerstoff

= **Atmung** (aerobe Lebensweise)

Zucker + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser + Energie

b) Abbau ohne Sauerstoff

= **Gärung** (anaerobe Lebensweise)

Milchsäuregärung:

Zucker → Milchsäure + Energie

Alkoholische Gärung:

Zucker → Alkohol + Kohlenstoffdioxid + Energie

2. Autotroph²:

Eigener Aufbau organischer Verbindungen aus anorganischen Stoffen (z.B. Photosynthese). Dabei werden energiereicher organischer Substanzen selbst aufgebaut.

Es gibt mehrere Arten von Bakterien, welche zur Photosynthese fähig sind!

² Z.B. bei *Heliobacterium chlorum*

Symbiose bei Bakterien

Im Tier und Pflanzenreich sind Symbiosen sehr bekannt. Symbiose ist der Ausdruck für ein gemeinsames Leben zweier Arten, von dem beide Arten profitieren.

- Krokodil und Vogel, der ihm die Zähne reinigt
- Vogel, der Parasiten auf dem Rücken von Nilpferden frisst und diese vor Feinden warnt
- Blattlaus und die Ameise, die sie vor Marienkäfer schützt

Auch bei Bakterien finden Symbiosen statt:

- Bakterien im Magen der Kuh, die Zellulose verdauen, welche selbst für die Kuh sonst nicht nutzbar wäre
- Knöllchenbakterien bei Orchideen und Lupinen, welche Luftstickstoff für die Pflanze binden und so als Dünger nutzbar machen
- Symbiotische Bakterien wie E. coli, welche im gesamten Verdauungstrakt vorkommen
- Milchsäurebakterien auf der Haut von Säugetieren, welche die Säugetiere vor Pilzbefall und anderen Bakterien schützen

Endosymbiose:

Ein extremes Beispiel der Symbiose fand bereits vor 3 Mrd. Jahren statt:

Photosynthetische Bakterien wurden von größeren Zellen aufgenommen und blieben in diesen als Einheit erhalten - d.h. sie wurden nicht verdaut!

Man weiß heute, dass diese aufgenommenen Bakterien sich weiter zu den heute bekannten Chloroplasten der Pflanzen entwickelt haben, welche sich in jeder (!) höher entwickelten Pflanze befinden.

Bedeutung der Bakterien als Krankheitserreger

Die Pest war im Mittelalter als schlimme Seuche bekannt (wenn man auch noch nichts über Bakterien wusste!³), die viele Millionen Opfer forderte. Heute kennt man ungefähr 200 Bakterienarten die pathogen (=krankheitserregend) für den Menschen sind.

Ein Beispiel für einen pathogenen Keim ist die Salmonellenerkrankung. Der dazugehörige Erreger *Salmonella enteritidis* kann in schlechtem Fisch, Fleisch, aber auch in schlecht gereinigtem Softis vorkommen. Sein Wachstum ist besonders bei Temperaturen oberhalb von 10°C besonders gut! Deshalb sollte man entsprechende Lebensmittel immer gut gekühlt aufbewahren!

Seuchen:

Viele bakterielle Krankheiten sind viel gefährlicher als die Salmonellose. In Mitteleuropa und anderen Industriestaaten sind sie allerdings kaum noch zu finden. Noch vor hundert Jahren waren sie noch sehr gefürchtet.

Im Mittelalter tötete der Erreger der Pest in mehreren Infektionswellen einige Millionen Menschen. Infektionswellen mit massenhafter Ausbreitung eines Erregers nennt man Epidemien.

Ansteckung

Durch jede Körperöffnung können Bakterien mit Nahrung, Wasser, Atemluft, oder durch offene Wunden in den Körper gelangen. Die Infektion hat begonnen. Die Bakterien vermehren sich. Die Zeit zwischen Ansteckung und Ausbruch der Krankheit heißt Inkubationszeit.

Wichtige bakterielle Krankheiten

- Pest
- Cholera
- Typhus
- Tuberkulose
- Milzbrand,
- Tetanus
- Magengeschwüre
- Diphtherie
- Keuchhusten
- Syphilis
- Tripper
- Lepra
- Lungenentzündung

Worauf beruht die pathogene Wirkung?

- (1) Mechanische Wirkung, beispielsweise wenn eine Vielzahl von Bakterien ein Blutgefäß blockiert und somit einen infektiösen Pfropf bildet. Es kann zu Infarkten und Thrombosen kommen.
- (2) Wirkungen bakterieller Toxine. Das sind chemischer Stoffe, die giftig sind. Toxine sind meist artspezifisch. So unterscheidet sich beispielsweise Toxin des Diphtherie verursachenden Bakteriums von dem, das Cholera hervorruft.

u.a.

³ Erst Robert Koch gelang 1884 der Nachweis von Bakterien als Krankheitserreger (Cholera)

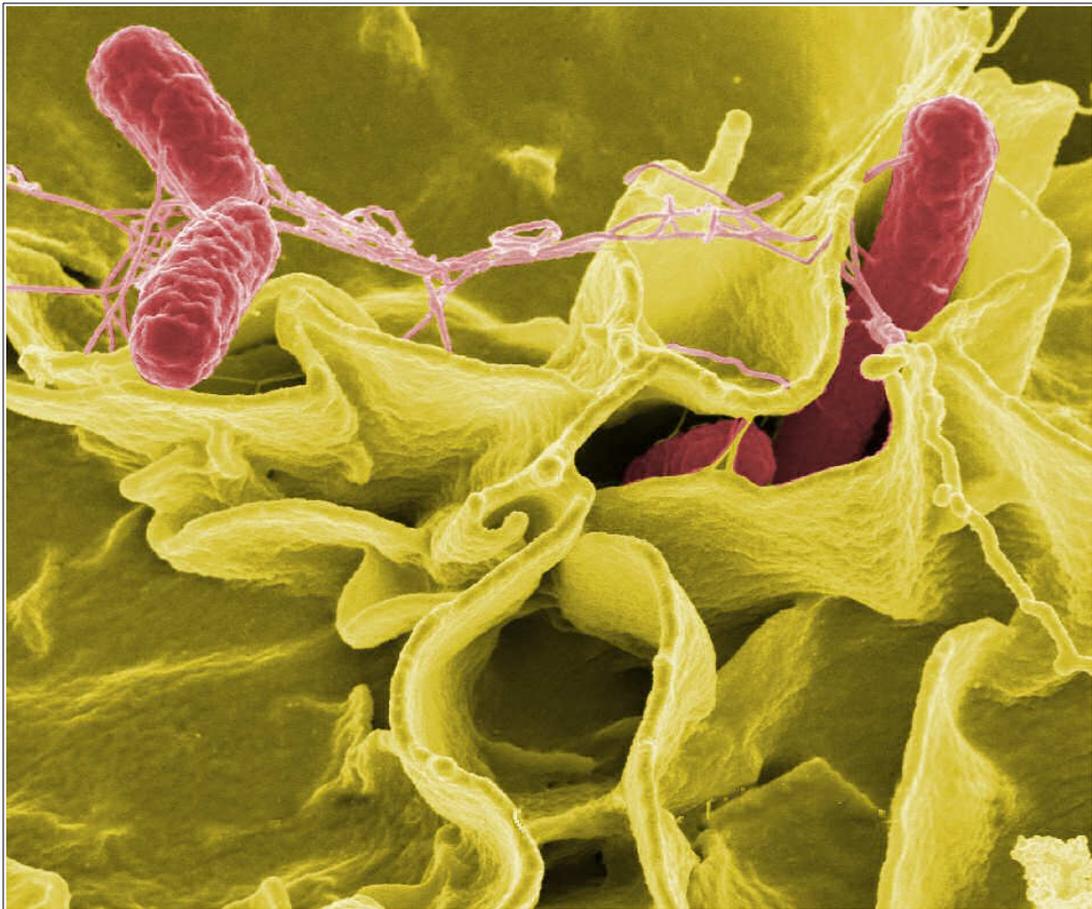
Ein bekannter Krankheitserreger - die Salmonellen

Im Mittelalter gab es viele bakterielle Krankheiten, an denen sehr viele Menschen starben. Vor allem Pest und Cholera haben viele Millionen Menschen umgebracht. Heutzutage spielen viele bakterielle Erkrankungen, vor allem dank der Erfindung des Penicillins, keine Rolle mehr. Seuchen tauchen kaum noch auf.

Eine wichtige bakterielle Krankheit kann aber nach wie vor, vor allem durch den Verzehr von schlechtem Fleisch oder Fisch auftreten - die Salmonellen.

Lies die Informationen des folgenden Links zu den Salmonellen und überlege, wie man sich schützen kann:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Salmonellen>



Quelle Bild: public domain, Author: National Institutes of Health: <https://en.wikipedia.org/wiki/Image:SalmonellaNIAID.jpg> Thank you

Aufgaben:

1. Wie helfen als Schutz vor Bakterien Lebensmittelkonservierung und Möglichkeiten der Desinfektion?

Bakterielle Krankheiten: Tuberkulose

Tuberkulose (Schwindsucht) ist die häufigste tödliche bakterielle Krankheit, befällt die Lunge und führt zu Fieber, blutigem Husten und Abmagerung. Jährlich sterben 1,3 Millionen Menschen daran. 1882 entdeckt Robert Koch den Erreger der Krankheit.

Der Erreger ist gegen viele Antibiotika resistent. Dazu versteckt er sich Immunsystemzellen, wie Makrophagen. So ist er gut im Körper versteckt und kann bei einer Schwächung des Immunsystems wieder aktiv werden.

Flemming entdeckte 1928 das Penicillin, das erste Antibiotikum. Es wirkt aber nur bei einer bestimmten Gruppe der Bakterien, bei den Gram-positiven Bakterien. TBC gehört leider zur anderen Gruppe, den Gram-negativen Bakterien. Penicillin ist weitgehend wirkungslos gewesen.

Als 1943 Streptomycin entdeckt wird, lag das erste Antibiotikum gegen die Gruppe der Gram-negativen Bakterien vor, zu denen auch Tuberkulose gehört. Damit bekam man die Seuche in den Griff.

Man schätzt, dass ein Drittel aller Menschen den Erreger in sich tragen. Bei den meisten Menschen tritt die Krankheit niemals aus.

In Deutschland erkranken 5000 Menschen pro Jahr. Weltweit sind es ca. 10 Millionen.

Bakterielle Krankheiten: EHEC

Mai 2011 befällt EHEC die ersten Menschen in Deutschland. EHEC ist ein Verwandter von E. coli und aus diesem hervorgegangen:

Ausbruch in Deutschland 2015: In 2 Monaten werden 5000 Menschen infiziert, 53 sterben.

Von anderen Bakterien hat EHEC viele für Menschen gefährliche Eigenschaften (in Form von Plasmiden) übernommen:

- Ehec bildet schleimige Kolonien und ist sehr aggressiv und zerstörerisch.
- verursacht Blutungen der Darmwand
- verursacht Gehirnstörungen
- schädigt Niere
- Hohe Haftfähigkeit: klammert sich an Zellen der Darmwand und kann dort nur schlecht entfernt werden.
- schüttet Gift aus: Schibatoxin
- gegen sehr viele Antibiotika resistent.

Vermutlich wurde die Antibiotikaresistenz von Viren von anderen Bakterien auf EHEC übertragen.

Schutz vor krankheitserregenden Bakterien

- 20s Hände waschen mit Seife entfernt mehr als 80% der Bakterien der Haut.
- Für Lebensmittel hilft Kühlen und einfrieren! Aber die Bakterien sterben dabei nicht, sie sind nur einem Ruhezustand.
- Lebensmittel waschen. Kaltes Wasser entfernt schon 90% aller Bakterien, warmes Wasser noch deutlich mehr.
- Der körpereigene Säureschutzmantel der Haut sollte nicht durch zu häufiges Waschen und Duschen entfernt werden, da sonst krankmachende Keime sich ausbreiten können.
- Kupfer tötet Bakterien ab. Münzen und Türgriffe aus Kupfer sind bakterienabtötend
- Bei starken bakteriellen Krankheiten verschreiben Ärzte Antibiotika. Penicillin und Streptomycin sind solche bekannten Antibiotika.

Wirkung von Antibiotika auf die Darmflora

Antibiotika wirken auf Bakterien und töten diese ab. Dabei sind Antibiotika nicht selektiv, da sie in der Regel die etwas kleineren Ribosomen der Bakterien unwirksam machen. Mit anderen Worten, auch ein großer Teil der Darmflora stirbt ab.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Darmflora sich nur sehr langsam regeneriert. Erst nach einem Jahr sind ca. 30% der vor der Antibiotikabehandlung vorhandenen Bakterienarten wieder vorhanden. Selbst nach zwei Jahren hat sich die Darmflora erst zu 50-70% regeneriert.

=> Antibiotika verändern langfristig das Gleichgewicht der Bakterien im Körper. Inwiefern dies negative oder positive Auswirkungen hat, wird noch untersucht.

Resistente Bakterien im Krankenhaus

Im Krankenhaus bekommen viele kranke Menschen Antibiotika. Wenn Menschen schon Resistenzen gegen Antibiotika haben, können nun im Krankenhaus weitere Resistenzen dazukommen. Gleiches gilt für Privathaushalte. Nehmen Menschen Antibiotika so können immer Resistenzen entstehen. Man vermutet, dass ca. 75% der eingesetzten Antibiotika in Privathaushalten verwendet werden.

Die Bakterien treffen dann oft in den Toiletten bzw. Kläranlagen aufeinander, wo sie ihre Resistenzgene untereinander austauschen.

Die häufigsten pan- und multiresistenten Bakterien

Das Robert Koch-Institut hat bisher mehrere Bakterien identifiziert, die gegen alle bekannten Antibiotika resistent sind. Sind diese Bakterien komplett resistent, spricht man auch von „Panresistenz“.

MRSA

MRSA (Methicillin resistenter Staphylococcus aureus) ist das vermutlich bekannteste multiresistente Bakterium. Es ist gegen die Antibiotikagruppe Methicillin resistent.

Ca. 30 % der deutschen Bevölkerung haben bereits Kontakt mit dem Bakterium gehabt und können es auf der Haut (vor allem am Nasenvorhof, im Rachen, unter den Achseln und an den Leisten) tragen. Die Verbreitung findet durch Hautkontakt oder gemeinsamen Kontakt mit Gegenständen wie Türklinken statt. Vor allem Menschen, die aus dem Asienurlaub wiederkommen hatten Kontakt mit MRSA.

Bei vielen Menschen verschwinden diese Bakterien wieder nach einiger Zeit, da das Mikrobiom der Haut flexibel ist.

Solange MRSA auf der Haut ist, besteht kein Problem, gelangt es durch Wunden in den Körper gelangen, kann es zu einer gefährlichen Infektion kommen, bei der Entzündungen im Körper entstehen. Eine Blutvergiftung (Sepsis kann die Folge sein).

VRE

VRE (Vancomycin-resistente-Enterokokken) lebt im Darm und ist gegen das Antibiotikum Vancomycin resistent. Da Enterokokken immer im Darm vorkommen, hat es erstmal keine Folgen, wenn man VRE hat. Gelangt es vom Darm aber in die Leibeshöhle (Bauchraum) können leicht schwerwiegende Harnwegsinfekte, Vaginalinfektionen, Weichteilinfektion, Infektionen des Mundraumes die Folge sein.

ESBL

ESBL (Extended-Spektrum Beta-Laktamasen) sind eine Gruppe von Darmbakterien, welche eine Reihe von Antibiotika neutralisieren, bevor sie wirken können.

Durch unzureichende Hygiene (z.B. mangelndes Händewaschen nach dem Toilettengang) können die Bakterien über Hautkontakt übertragen werden.

MRSA & ESBL sind zurzeit in Krankenhäusern für die meisten Infektionen verantwortlich.

cMRSA

cMRSA (Community acquired Methicillin-resistente Staphylococcus aureus) ist gegen die Antibiotika Methicillin und Fusidinsäure resistent.

Der Unterschied zu MRSA besteht darin, dass man den Keim sich eher nicht im Krankenhaus einfängt, sondern durch die Gemeinschaft (community) also von Mensch zu Mensch infiziert wird.

cMRSA kann Infektionen der Haut (juckenden Hautausschläge, eitrige Abszesse uvm) sowie Weichteilinfektionen auslösen.

Gute Händehygiene ist eine sehr wichtige Maßnahme zur Vorbeugung von bakteriellen Infektionen.

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Multiresistenz>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Antibiotikum>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Penicilline>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Streptomycin>

Karies - ein harmloses Bakterium kommt uns teuer zu stehen

Streptococcus mutans ist ein Bakterium, welches bei jedem Menschen im Mund lebt. Manchmal wird aus auch Kariesbakterium genannt. Es wird schon beim ersten Kuss der Mutter auf den Säugling übertragen. Je mehr von diesen Bakterien bei uns im Mund leben, desto stärker kann sich Karies ausbilden. Dabei schädigt uns nicht das Bakterium selbst. Es ernährt sich von Lebensmittelresten und süßem Säften im Mund und scheidet dabei als Ausscheidungsprodukt Milchsäure aus. Und das ist auch dann das Problem, da Säuren den Kalk der Zähne angreifen. So kann Karies entstehen.

Was denkst Du, wie kann man die Anzahl an Streptococcus mutans im Mund möglichst gering halten? Bedenke dabei auch, dass sich Bakterien vor allem auf nicht so glatten Oberflächen und in Ecken besonders gut aufhalten können.

Mikroskopisches Bild von Streptococcus mutans



Quelle Bild: public domain by wikipediauser Marcus007 & CDC-PHIL, CDC/Dr. Richard Facklam
<https://de.wikipedia.org/wiki/Bild:StreptococcusMutans.jpg> & <https://phil.cdc.gov/phil/detail.asp?id=1045>

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Streptococcus_mutans

Helicobacter pylori - Gefahr mit vielen Geißeln

Helicobacter ist das einzige Bakterium, welches in starker Säure überleben kann. Sein Lebensraum ist unser Magen. Damit er nicht von der starken Magensäure angegriffen wird, umgibt er sich mit Ammoniak, welches die starke Säure neutralisiert.

Man kann es unbeabsichtigt aufnehmen, wenn man schmutziges Wasser trinkt. Magenbeschwerden und Erbrechen können die Folge sein. Der Magen versucht gegen den Befall von Helicobacter mit erhöhter Säureproduktion zu reagieren.

Wird ein Befall mit Helicobacter nicht behandelt, so können ein stark übersäuerter Magen und Magengeschwüre die Folge sein

Mikroskopisches Bild von Helicobacter pylori:



Quelle Bild: Public domain by wikicommonsuser Zvesoulis and the author Prof. Yutaka Tsutsumi, Department of Pathology Fujita Health University School of Medicine: <https://en.wikipedia.org/wiki/Image:EMpylori.jpg> - Thank you!

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Helicobacter>

https://de.wikipedia.org/wiki/Helicobacter_pylori

Schutz vor Bakterien & das Immunsystem des Menschen

Beim Spielen im Garten verletzt sich ein kleiner Junge an einem Holzstück. Er hat einen Splitter im Zeigefinger. Die Wunde blutet nicht, aber am nächsten Tag beginnt die Stelle sich zu röten und sie fühlt sich heiß an. Eine Entzündung hat begonnen. In die offene Stelle der Haut sind nämlich auch Krankheitserreger mit eingedrungen. Der Abwehrkampf des Immunsystems beginnt.

Weitere Entzündungen beim Menschen: Mandelentzündung, Bindehautentzündung, Lungenentzündung, Darmentzündung, Hirnhautentzündung, Mittelohrentzündung usw.

a) Merkmale der Entzündung:

- Rötung am Entzündungsort (aufgrund der verstärkten Blutzufuhr)
- Schwellung (durch Zufuhr von Flüssigkeiten und weißen Blutkörperchen)
- Hitzegefühl (aufgrund einer gesteigerten Geschwindigkeit des Blutflusses)
- evtl. Schmerzen (Reizung der Nerven durch die Schwellung, besonders bei Mandelentzündung)

Entzündungen werden durch Bakterien ausgelöst.

Ihre Symptome wie Eiter, Schwellungen und Rötungen sind ein Merkmal der Bekämpfung dieser Bakterien durch das Immunsystem.

b) Wie reagiert der Körper bei Befall von Krankheitserregern?

- Blutzufuhr wird erhöht => anstieg der Temperatur am Entzündungsort. Zusätzlich werden die Hautporen verschlossen => Körperwärme staut sich => Fieber, welches Bakterien bekämpft.
- Zufuhr von Lymphflüssigkeit => Reinigung und Desinfektion der Wunde
- Weiße Blutkörperchen (v.a. Fresszellen) erkennen und vernichten körperfremde Stoffe (Eiter = abgestorbene Fresszellen)
- Bildung von „Antikörpern“ („die“ Waffe gegen Erreger jeder Art - können auch gespritzt werden)

c) Schutz und Vorbeugung:

- Gute Hygiene (Hände waschen nach Benutzen von Toiletten, Wasserhähnen und Handtüchern, keine gemeinsame Benutzung von Trinkflaschen & Gläsern. In Erkältungszeiten nicht Erkälteten die Hände geben (bzw. gründlich Hände waschen!)
- Versuchen niemanden Anzustecken. Beim Niesen nützt die Hand vor dem Mund wenig. Keime werden bis zu 2m in den Raum gepustet. Zusätzlich hilft es, in grundsätzlich andere Richtungen zu niesen.
- Vorbeugung durch vitaminreiche Nahrung, regelmäßige Bewegung, frische Luft und Schutzimpfungen (z.B. aktive Immunisierung gegen Diphtherie, Tetanus uvm.)
- Bei Ausbruch der Krankheit hilft eine Behandlung mit Antibiotika
 - Bakterien werden im Wachstum gehindert
 - Gefahr der Resistenzbildung

Aufgaben mit Lösungen ;-)

1. Wie entsteht ein Eiterpickel?

Luftverschmutzungen setzen sich in Hautporen ab

=> evtl. Entzündung, Fresszellen werden aktiv

=> Eiterpickel. Hygiene hilft vorbeugend.

Hinweis: Dies trifft alle Menschen gleichermaßen!

=> Pickel während Pubertät haben andere (hormonelle!) Ursachen

=> Typische Anti-Pickelmittel haben nur geringe Wirkung!

=> Geld lieber sparen und ins Kino gehen. ;-)

Bei starker Akne können Hautärzte in kurzer Zeit Wunder bewirken! Einfach mal hingehen!

Bedeutung der Bakterien IV- Bakterien in der Biotechnologie

a) Versuch zu Milchprodukten:

V: Milch in Reagenzglas + Indikator

B: Milch wird sauer

S: Milchsäurebakterien produzieren durch ihren Stoffwechsel den Stoff Milchsäure. Dies führt bei hoher Milchsäuremenge zum Absterben der Milchsäurebakterien.

Milchsäurebakterien werden biotechnisch zur Herstellung von Lebensmitteln wie z.B. Käse genutzt. Die von den Bakterien gebildete Milchsäure hat dabei eine konservierende Wirkung. Diese Lebensmittel sind also durch die Behandlung mit Bakterien haltbar.

Dabei veredeln viele Bakterien den Geschmack des Lebensmittels. Käse ist z.B. eines der ältesten Lebensmittel des Menschen.

b) Stoffwechsel der Bakterien:

Den Bakterien dient Zucker (z.B. Glucose (Traubenzucker), Lactose (Milchzucker) oder Glucogen auf der menschlichen Haut) als Nahrung. Das Ausscheidungsprodukt der Bakterien ist Milchsäure.

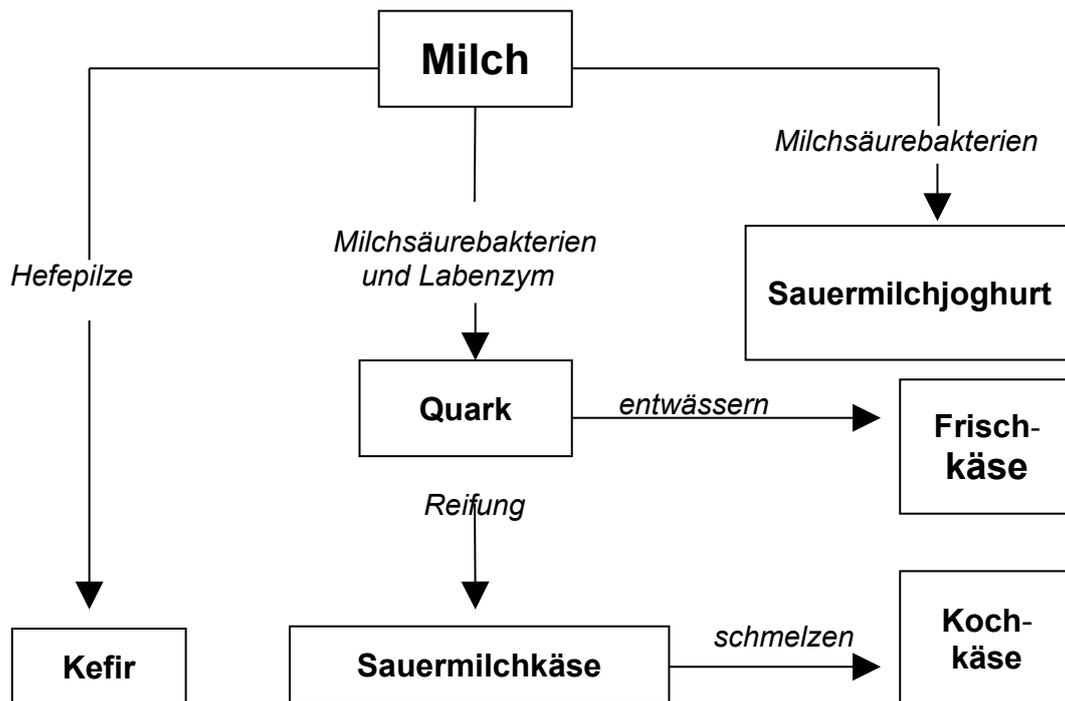
Seit mehr als 4000 Jahren werden Milchsäurebakterien z.B. zum Konservieren verwendet. Produkte sind z.B. das Sauerkraut

c) Käse:

Gibt man zu Milch Milchsäurebakterien (diese sind oft schon am Euter der Kuh auf der Kuhhaut vorhanden - und gelangen so in die Milch!), so fällt durch die gebildete Säure Casein (=Milcheiweiß) aus - dünnflüssige Molke und eiweißreicher Quark trennen sich voneinander. Der Quark kann dann weiter zu Käse verarbeitet werden. Dazu werden dem ausgeflockten Casein z.B. Kochsalz, Molke und Fett zugegeben. Am Ende wird das Produkt entwässert. Die Reifung bei unterschiedlichen Temperaturen schließt sich an.

Die einzelnen Käsesorten unterscheiden sich durch die Art der verwendeten Bakterienkultur, die Dauer der Reifung und dem Zusatz von weiteren Stoffen (z.B. bei Hartkäsen fügt man Lab⁴ zu (z.B. beim Emmentaler). Bei der Herstellung einiger Käsesorten entsteht Kohlenstoffdioxid, sodass die fertigen Käse Löcher enthalten. Bei Schimmelkäsen findet die Reifung z.B. in Höhlen statt, welche besondere Schimmelpilze an den Wänden enthalten, welche auf den Käse übergehen und ihn so veredeln.

⁴ Lab wird aus Kälbermägen gewonnen (Wirkstoff Rennin)

d) Übersicht über die Bildung von Milchprodukten

Kefir: Zugabe von Kefirkörnern (Körnchen aus geronnenem Eiweiß, welche einen Hefepilz enthalten). Es findet also gleichzeitig eine Milchsäuregärung und eine alkoholische Gärung statt. Kefir enthält also auch Alkohol.

Sauermilch: Milch, der Kulturen von Milchsäurebakterien zugefügt wurden. Durch Entwässerung kann daraus **Dickmilch** hergestellt werden.

Joghurt: Zu Milch wird eine Mischkultur aus Milchsäurebakterien zugefügt und dann lässt man alles bei ca. bei ca. 42°C zwei bis drei Stunden wachsen.

e) Rezept zur Joghurtherstellung

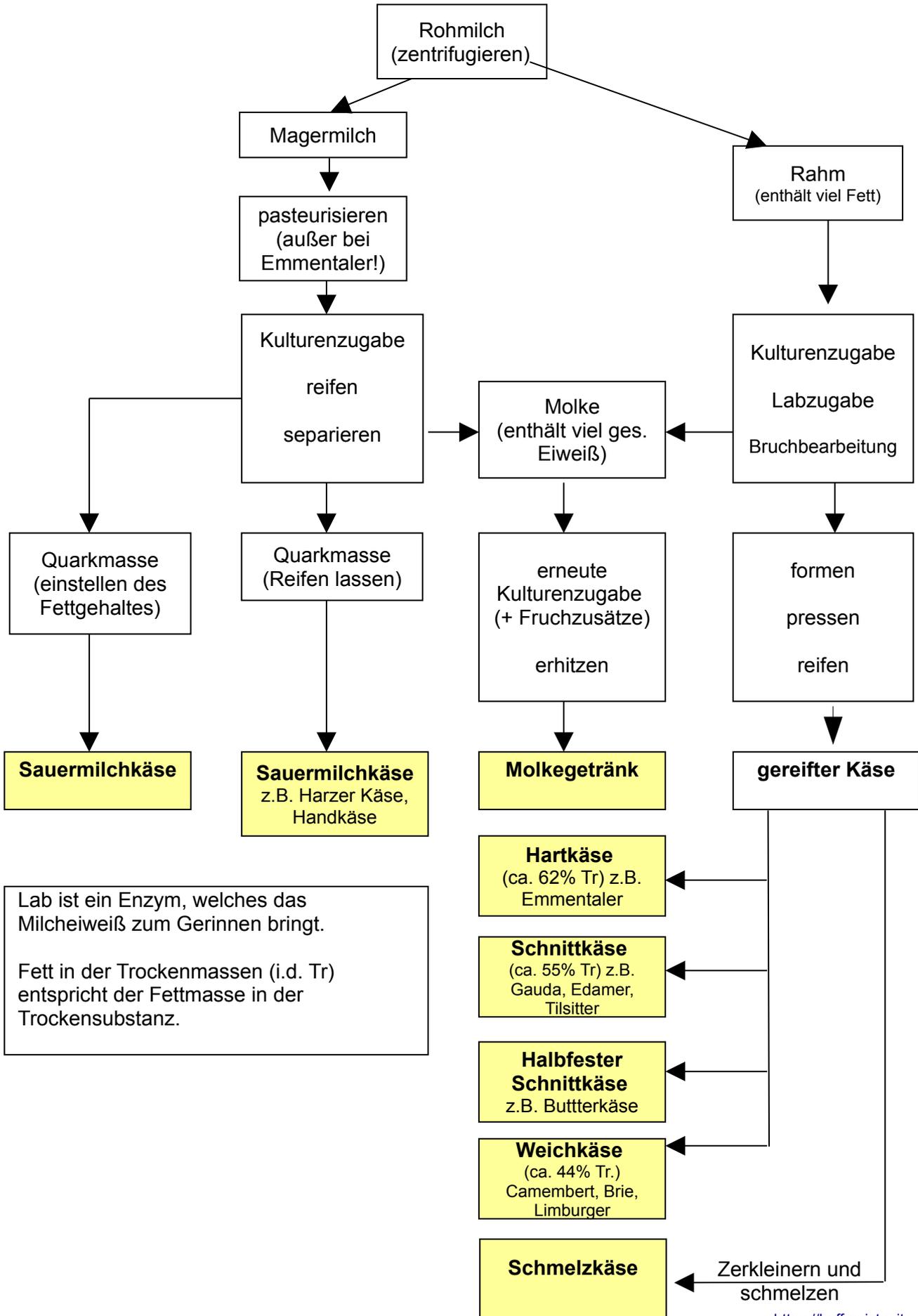
Vorarbeiten: Gläser und Löffel mit heißem Wasser sterilisiert werden.

Milch auf ca. 40°C erwärmen, auf die Gläser verteilen und dann einen Teelöffel Joghurt hinzugeben und verrühren. Die Gläser mit Folie verschließen und 7-8 Stunden an einem warmen Ort stellen.

Der fertige Joghurt sollte im Kühlschrank gelagert werden. Zum Essen können natürlich Früchte oder Fruchtmarmelade zugefügt werden.

f) Die Vielfalt der Milchprodukte

Verwandschaft und Zusammenhang der verschiedenen Käsesorten:



Wiederholungsfragen zum Thema Bakterien und Milchprodukte

1. Nenne verschiedene Bereiche, die Du kennst, in welchen Bakterien verstärkt Auftreten.
2. Warum sind die Bakterien als Lebensform erst so spät (1876 von Robert Koch) entdeckt worden?
3. Wie groß sind Bakterien im Durchschnitt? Wie viele müssen aneinander in einer Schlange sein, damit diese 1mm lang ist?
4. Wie viele Arten gibt es?
5. Wie viele Bakterien hast Du auf Deinem Körper?
6. Bakterien werden als Prokaryoten bezeichnet. Weißt Du warum?
7. Biologen vermuten, dass Bakterien die ersten Lebensformen überhaupt waren. Nenne Gründe, die diese These unterstützen.
8. Zeichne und beschrifte ein Bakterium.
9. Wie vermehren sich Bakterien? Welche Besonderheit gibt es dabei?
10. Man kann Bakterien in Nützlinge und Schädlinge unterteilen. Nenne jeweils zwei Beispiele.
11. Milchsäurebakterien sind aus mehreren Gründen gute „Freunde“ des Menschen. Weißt Du warum?
12. Bakterien werden auch nach ihrer Form unterteilt. Nenne die wichtigsten Gruppen.
13. Bakterien können sich z.B. im Heu und andere z.B. in der Milch vermehren. Welche Bedingungen liegen jeweils vor, damit dies möglich ist?
14. Wenn man also Bakterien im Labor züchten möchte, welche Voraussetzungen muss man beachten damit sich die Bakterien „wohl“ fühlen?
15. Bakterien befinden sich überall - aber muss man davor eigentlich Angst haben?
16. Auch hinsichtlich der Ernährung kann man Bakterien in Gruppen einteilen. In welche?
17. Wie schädigt das Kariesbakterium unsere Zähne?
18. Wo befinden sich Salmonellen?
19. Wie schädigen uns Salmonellen? Was sind die Folgen einer Infektion?
20. Wie helfen als Schutz vor einer Salmonelleninfektion Lebensmittelkonservierung und Möglichkeiten der Desinfektion?
21. Warum sollte man Lebensmittel wie Fleisch und Fisch im Kühlschrank aufbewahren?
22. Welchen weiteren Vorteil bringt das Einfrieren von Lebensmitteln?
23. Nenne fünf weitere bakterielle Krankheiten.
24. Wie reagiert unser Körper auf eine Bakterieninfektion. Unterschiede dabei zwischen einer Infektion verursacht durch einen Splitter im Finger und einer Salmonellenvergiftung.
25. Wie entstehen Eiterpickel?
26. Nenne verschiedene Milchprodukte und beschreibe, wie sie entstehen.