

M 1 Bakterien – klein, aber mächtig

Bakterien bestehen nur aus einer einzigen Zelle und sind für das menschliche Auge unsichtbar. Dennoch sind sie überall anzutreffen und ihre Vielfalt im Hinblick auf Ernährungsmöglichkeiten, Stoffwechsel und Umwelтанpassungen ist enorm.

Hinzu kommt, dass einige Bakterienarten in der Lage sind, sogenannte **Sporen** zu bilden, wenn sich die Umweltbedingungen ungünstig entwickeln. In Form von diesen sehr **resistenten Dauerformen** können sie Tausende von Jahren im Ruhezustand verharren und sich bei einer Besserung der Lebensbedingungen wieder zu vermehrungsfähigen Bakterienzellen wandeln.

Man schätzt die Gesamtzahl der Bakterien auf der Erde auf 5 Millionen Billionen Billionen (eine 5 mit 30 Nullen, $5 \cdot 10^{30}$). Einige Tausend Arten sind bereits bekannt. Doch vermuten Forscher, dass damit bisher nur etwa 1 % aller Arten beschrieben ist. Da Bakterien keinen Zellkern besitzen, zählen sie zur Gruppe der **Prokaryoten** („Zellen ohne Kern“).

Wie sind Bakterien eigentlich aufgebaut?

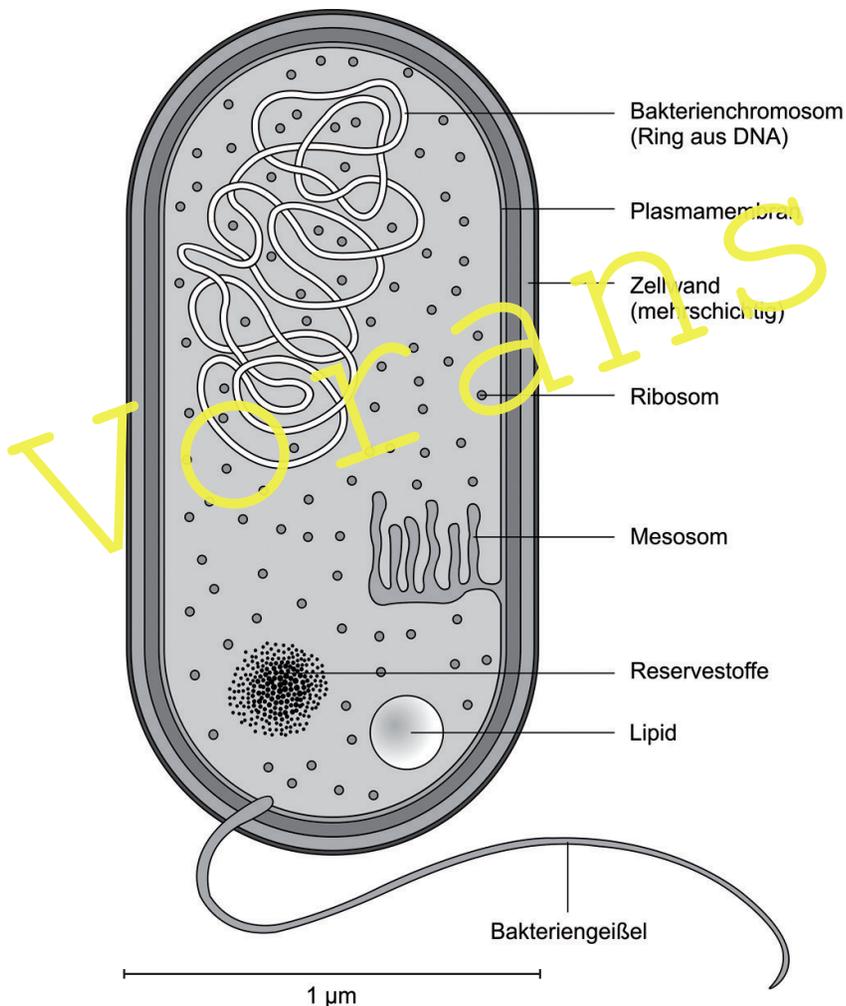


Abbildung 1: Bau einer Bakterienzelle

Das **Bakterienchromosom** liegt als ringförmiger DNA-Strang gemeinsam mit einigen Organellen und Reservesoffen frei im Cytoplasma der Zelle vor (siehe Abbildung 1). Die **Ribosomen** der Bakterien sind dabei kleiner als die der Eukaryoten (Lebewesen mit Zellkern). Manche Bakterien besitzen als zusätzliches genetisches Material noch sogenannte **Plasmide**.

Organellen mit einer eigenen Membran wie beispielsweise Mitochondrien, endoplasmatisches Retikulum oder Chloroplasten gibt es nicht. Reaktionsräume innerhalb der Zelle werden gegebenenfalls durch **Mesosomen** gebildet. Das sind Einstülpungen der Zellmembran. Neben einer äußeren Begrenzung in Form einer Zellmembran haben die meisten Bakterien noch eine Zellwand. Sie besteht im Gegensatz zu der zellulosehaltigen Zellwand der Pflanzen aus Murein. Manchmal kommen zudem Schleimhüllen oder Kapseln an der Außenseite der Zellwand vor.

Salmonella

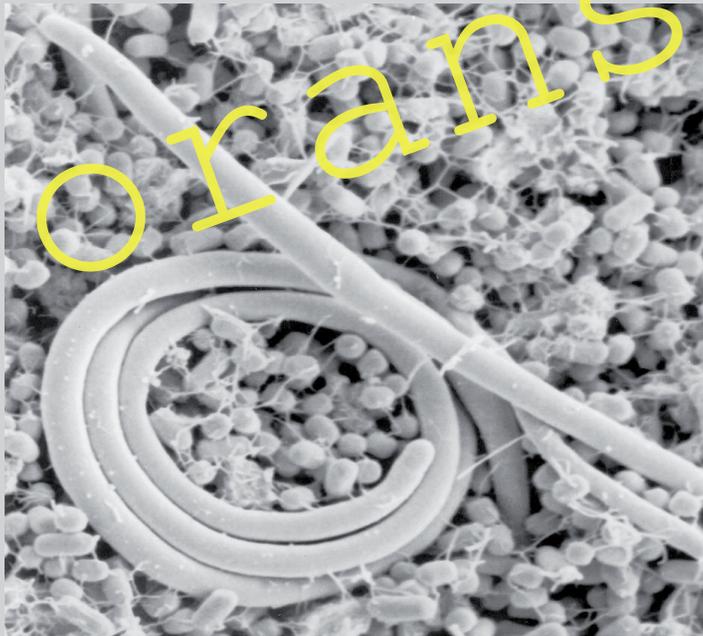
Enteritis-Salmonellen (z. B. *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*) gehören zu den bekanntesten und häufigen Erregern von **Durchfall**.

Infektionsquellen sind meist Fleisch, Geflügel, Eier, Milch sowie Speisen, die daraus zubereitet und nicht ausreichend erhitzt werden. Rohe Eier können Salmonellen im Inneren oder auf der Schale enthalten. Auch pflanzliche Lebensmittel wie Sprossen oder Tee werden als Infektionsquellen beschrieben. Durch infizierte Oberflächen oder Geschirr können die Erreger auch auf andere Lebensmittel übertragen werden, die normalerweise keine Salmonellen enthalten.

Hygiene spielt also eine wichtige Rolle, um Infektionen zu vermeiden. Eine Verunreinigung (Kontamination) mit Salmonellen kann auch durch Herstellungsfehler, falsche Lagerung oder die Verpackung verursacht werden. Immer wieder rufen Konzerne Lebensmittel aus dem Handel zurück, weil in ihnen Salmonellen gefunden wurden.

Nimmt man eine kritische Anzahl an Bakterien mit dem Lebensmittel auf, so kommt es nach ca. 18 bis 72 Stunden zu Durchfall. Gegebenenfalls kann dieser auch mit Erbrechen und Fieber verbunden sein. Gefährlich kann dabei der starke Flüssigkeitsverlust werden, was dann einen Krankenhausaufenthalt notwendig macht.

Eine Salmonelleninfektion unterliegt der **Meldepflicht**, denn auch eine Übertragung von Tier bzw. Mensch zu Mensch ist möglich. Die **stäbchenförmigen Bakterien** sind sehr robust, vermehren sich bei Temperaturen von 6–47 °C, können aber auch unter unwirtlichen Umständen wie Trockenheit oder Temperaturen unter dem Gefrierpunkt überleben. Nur ein mindestens zehnmütiges Erhitzen auf über 70 °C tötet sie ab.



© U.S. Department of Agriculture

Salmonella enteritidis verursacht eine Darmentzündung

Lösungen (M 2)**Aufgabe 1**

Lebensmittel	Leicht verderblich	Mittelgradig verderblich	Kaum verderblich
Frisches Fleisch (a_w -Wert ca. 0,99)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marmelade (a_w -Wert ca. 0,6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fisch (a_w -Wert ca. 0,99)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trockenobst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Reifer Hartkäse (a_w -Wert ca. 0,87)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Zerelatwurst (schnittfeste Rohwurst) (a_w -Wert ca. 0,93)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ei (a_w -Wert ca. 0,99)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Honig (a_w -Wert ca. 0,6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mehl (a_w -Wert ca. 0,75)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Brühwurst (a_w -Wert ca. 0,96)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schokolade (a_w -Wert ca. 0,6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Leberwurst (a_w -Wert ca. 0,96)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flüssige Lebensmittel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lachsschinken, gepökelt (a_w -Wert ca. 0,93)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kartoffelchips (a_w -Wert ca. 0,4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Salami (a_w -Wert ca. 0,84)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Aufgabe 2

Bei sehr geringen Temperaturen laufen Stoffwechselprozesse so langsam ab, dass kein Wachstum oder keine Vermehrung möglich ist, denn chemische Stoffwechselvorgänge in der Zelle benötigen eine bestimmte Mindesttemperatur. Die Stoffwechselvorgänge laufen mit steigender Temperatur bis zu einem Optimum schneller ab. Im Temperaturbereich des Optimums vermehren sich die Zellen so schnell, wie es ihnen aufgrund ihrer genetischen Information möglich ist. Steigt die Temperatur weiter, verringert sich die Vermehrungsrate wieder und die Vermehrung kommt im Temperaturmaximum zum Stillstand. Dies liegt daran, dass bei zu hohen Temperaturen die Membranstruktur leidet, Proteine denaturieren (Enzyme werden beispielsweise funktionsunfähig) und der Stoffwechsel zum Erliegen kommt. Wird die Zelle zu stark geschädigt, kann sie sich selbst bei einem Temperaturrückgang nicht mehr vermehren.

M 3 Pasteurisieren, Pökeln & Co. – Wie werden Lebensmittel haltbar gemacht?

Um Lebensmittel haltbar zu machen, werden verschiedene Verfahren eingesetzt. Dabei unterscheidet man physikalische, chemische und biologische Verfahren. Erfahren Sie jetzt mehr darüber.



Abbildung 1: Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um Lebensmittel haltbarer zu machen.

Trocknen, Pasteurisieren, Ultraschallbehandlung und Sterilisieren zählen beispielsweise zu den **physikalischen Verfahren**. Ebenso gehören Kochen, Kühlen, Gefrieren sowie die Verwendung von Vakuum bzw. Schutzgas zu den physikalischen Verfahren.

Bei den **chemischen Verfahren** werden die Mikroorganismen unter anderem durch Konservierungsstoffe, Säuren, Zucker, Salz oder Pökeln gehemmt oder abgetötet.

Zu den **biologischen Verfahren** zählen die Milchsäuregärung und die alkoholische Gärung, wobei Mikroorganismen eingesetzt werden.

Bei der **Milchsäuregärung** entstehen Milchsäure und Kohlenstoffdioxid, wodurch eine Ansäuerung des Lebensmittels erfolgt. Durch die Säure wird das Wachstum von Bakterien verhindert oder gehemmt. Der bei der **alkoholischen Gärung** entstehende Alkohol tötet Bakterien ab.

In der Praxis werden verschiedene **Verfahren** häufig **miteinander kombiniert**, um die Effektivität zu steigern.

Einige Einflussfaktoren auf das mikrobielle Wachstum wurden bereits in den vorangehenden Materialien angesprochen. Im Folgenden werden **Konservierungsverfahren**, die uns im Alltag immer wieder begegnen, aber vielen zumindest im Detail nicht so bekannt sind, vorgestellt.

Schon gewusst?

Pökeln: Beim Pökeln behandelt man die Fleischwaren mit Pökelsalz. Dieses ist ein Gemisch aus Nitraten, Nitriten und Speisesalz. Dadurch wird das Bakterienwachstum gebremst. Das Fleisch erhält zudem eine leuchtend rote Farbe.

Milchsäuregärung: Gärungsform, bei der Milchsäurebakterien die Kohlenhydrate in Milchsäure und Kohlenstoffdioxid umwandeln.

Alkoholische Gärung: Zucker wird in Alkohol und Kohlenstoffdioxid umgewandelt. Hefen gewinnen auf diese Weise Energie.

Pökeln

Durch Pökeln werden vor allem **Fleischwaren haltbar gemacht**. Dazu wird Kochsalz zusammen mit Nitrat- oder Nitratsalzen eingesetzt (E249 bis E252).

Das Nitrat wird durch die Mikroorganismen zu **Nitrit** umgewandelt, das den konservierenden Effekt verursacht. Nitrit wirkt fast ausschließlich gegen Bakterien. Hefen und Pilze werden kaum beeinflusst. Außerdem erhält das Fleisch durch das Nitrit **Aroma** und vor allem eine ansprechende **Rotfärbung**. Diese entsteht, da das Nitrit eine Verbindung mit dem Myoglobin (Farbstoff der Muskulatur) eingeht.

Nitrit tritt auch mit dem für den Sauerstofftransport im Blut wichtigen **Hämoglobin in Wechselwirkung**: Das zweiwertige Eisen im Hämoglobin wird dabei zum dreiwertigen Eisen oxidiert. Es entsteht das sogenannte **Methämoglobin**, das **keinen Sauerstoff mehr binden** kann.

Daraus kann eine verminderte Sauerstofftransportfähigkeit des Blutes resultieren. Allerdings existiert bei erwachsenen Menschen ein Enzym, welches das Methämoglobin wieder in Hämoglobin zurückverwandelt, sodass zum Teil die Sauerstofftransportfähigkeit nicht wesentlich beeinträchtigt ist. Anders verhält es sich bei Säuglingen. Bei ihnen ist dieses Enzym noch nicht ausreichend aktiv: Es besteht akut die Gefahr einer verminderten Sauerstofftransportfähigkeit des Blutes.

Zudem kann Nitrit im Darm zur **Bildung krebserregender Verbindungen** führen. Daher gibt es zum Einsatz von Nitrat und Nitrit in Lebensmitteln **gesetzlich festgesetzte Höchstmengen**.

Aufgabe

Erläutern Sie unter Einbezug Ihres Vorwissens verschiedene Möglichkeiten, Lebensmittel haltbarer zu machen.

Tipp Denken Sie an Maßnahmen, durch welche sich die Lebensbedingungen für die Mikroorganismen gravierend verschlechtern.

Hinweis: Gehen Sie auch darauf ein, was jeweils im Umgang mit den entsprechend konservierten Lebensmitteln zu beachten ist.



Abbildung 4: Nitrit gefährdet bei Säuglingen den Sauerstofftransport im Blut

© M. Alizam

II/E2