

# 1 Mikroorganismen als Krankheitserreger in Lebensmitteln

Ernährung ist stets mit dem Risiko verbunden, dass Krankheitserreger beim Essen oder Trinken in den Körper gelangen. Die Erreger können eine Infektion hervorrufen, wenn sie unsere Abwehrmechanismen überwinden und unser Immunsystem überlisten. Infektionen dieser Art, d. h. Lebensmittelinfektionen, können durch eine Kost vermieden werden, die darauf ausgerichtet ist, die Aufnahme krankheitserregender Mikroorganismen durch Auswahl und hygienische Behandlung der Nahrungsmittel zu verhindern.

Die an Lebensmittelinfektionen beteiligten Krankheitserreger sind vermehrungsfähige Lebewesen, die aufgrund ihrer Größe mit dem bloßen Auge nicht sichtbar sind und zumeist **Mikroorganismen** darstellen. Die in riesiger Anzahl auf der Erde vorkommenden Mikroorganismen, zu denen die Bakterien als eine Großgruppe gehören, besitzen höchst unterschiedliche Eigenschaften. Die allermeisten Mikroorganismen können uns nicht krankmachen, da dazu genetisch verankerte Programme und Virulenzfaktoren gehören, die nicht in ihrem Erbgut enthalten sind. Nur einige krankheitserregende Mikroorganismen können in den Körper des Menschen eindringen, sich dort vermehren und den Körper schädigen.

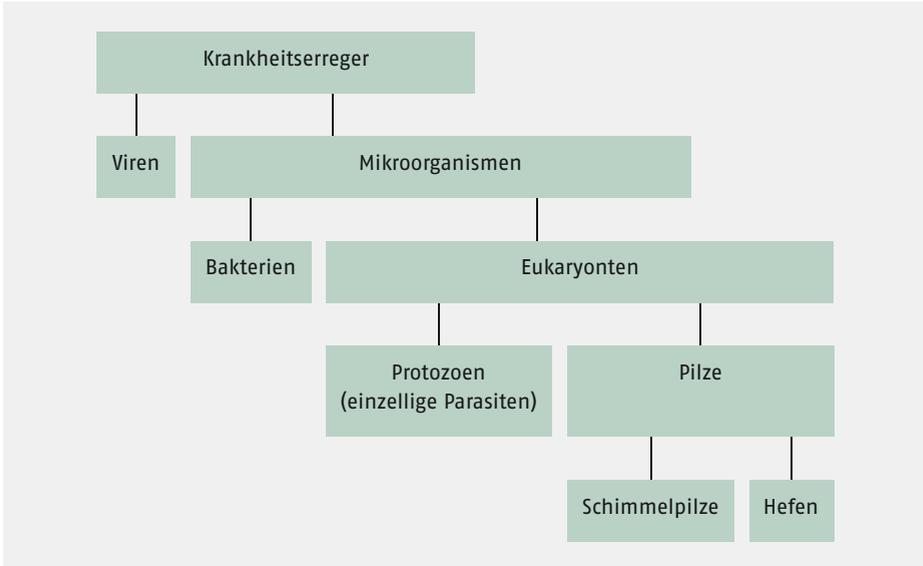
Der Begriff „Keime“ wird nicht einheitlich benutzt. Oft werden damit Krankheitserreger gemeint; häufig und auch in diesem Buch werden Keime mit Mikroorganismen gleichgesetzt.

## 1.1 Biologie und Lebensweise der Mikroorganismen

Die Mikroorganismen, die als Sammelbegriff nur aufgrund ihrer geringen Größe zusammengefasst werden, bestehen aus unterschiedlichen biologischen Großgruppen (● Abb. 1.1). Die Viren, die häufig als Erreger von Infektionskrankheiten auftreten, werden in der Regel nicht zu den Mikroorganismen gezählt, da sie keine Lebewesen sind (► Kap. 1.1.4).

### 1.1.1 Bakterien

Die kleinsten Mikroorganismen sind die **Bakterien**, die nur aus einer Zelle bestehen und niemals mehrzellig sind. Obgleich Bakterien Einzeller sind, leben sie nicht immer einzeln, sondern bevorzugen oft die Gemeinschaft mit Artgenossen. Bakterien können auf Ober-

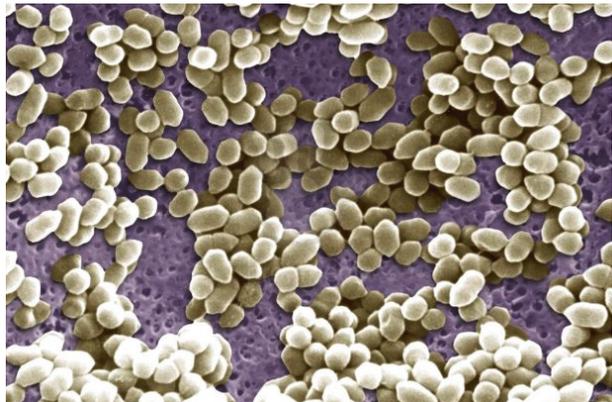


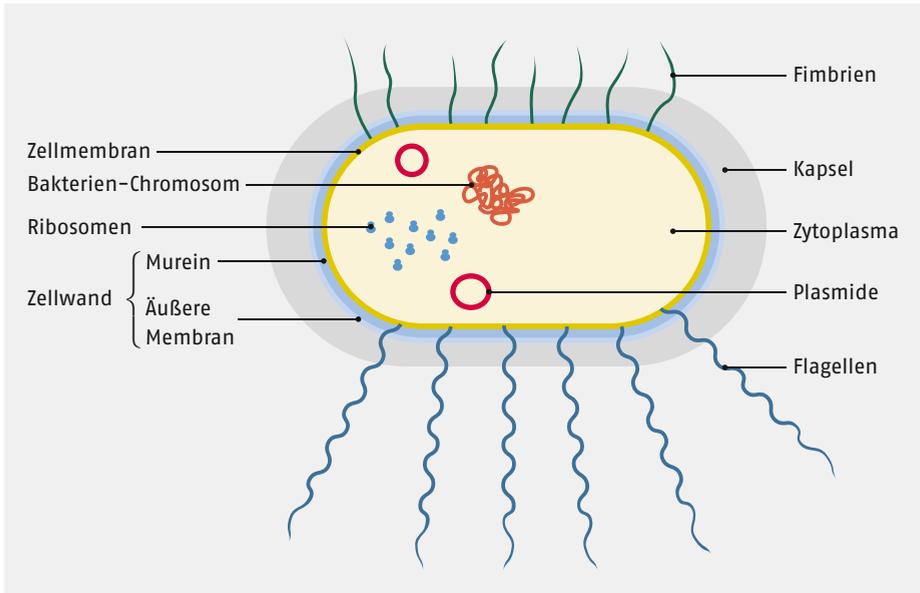
● **Abb. 1.1** Mikroorganismen stellen keine einheitliche biologische Gruppe dar

flächen **Biofilme** bilden, wie beispielsweise die schleimigen Beläge, die auf Fleisch und Fleischprodukten entstehen. Auch auf blättrigen Teilen von Pflanzen, wie bei vielen Salatpflanzen, befinden sich Biofilme. Dazu müssen die Oberflächen nur häufig mit Wasser in Berührung kommen, z. B. bei Regen oder Berieselung. In nährstoffreichen Flüssigkeiten vermehren sich die meisten Bakterien ebenfalls sehr gut, in einer klaren Brühe sichtbar an einer schnell auftretenden Trübung (Keweloh, Frintrop 2016).

Bakterien vervielfältigen sich durch Querteilung: Aus der Mutterzelle entstehen durch Abschnürung in der Zellmitte zwei identische Tochterzellen. Unter optimalen Umweltbedingungen können zahlreiche Bakterien alle 15–20 Minuten eine neue Zellgeneration bilden. Dazu gehört vor allem eine geeignete Temperatur. Die meisten Bakterien in Lebensmitteln wachsen optimal bei etwa 30 °C, sodass gerade in warmen Küchen und im Sommer ein hohes Risiko besteht, dass gesundheitsgefährdende Keime sich in ungekühlten Speisen stark vermehren. Kühlschrantemperaturen verlangsamen das Wachstum von

● **Abb. 1.2** Bakterien aus der Gruppe der Listerien





● **Abb. 1.3** Bakterienzelle (gramnegatives Bakterium)

Keimen beträchtlich, einige Keime wie etwa Salmonellen können sich unter 7°C überhaupt nicht mehr vermehren.

Für das Wachstum von Bakterien sind weitere chemische und physikalische Umweltfaktoren notwendig, die allerdings ebenfalls von Art zu Art der Bakterien variieren können.

- **Wasser** ist in jedem Fall eine notwendige Voraussetzung für die Vermehrung von Mikroorganismen. Dabei muss das Wasser für die Bakterienzellen verfügbar sein, darf also z. B. nicht durch Zucker oder Salze gebunden sein. Als Maß für Verfügbarkeit des Wassers gilt die Wasseraktivität (*Activity of Water*,  $a_w$ -Wert).
- **Nährstoffe** sind die Grundlage für Stoffwechsel und Wachstum der Zellen. Organische Verbindungen (z. B. Zucker) sowie anorganische Stoffe (z. B. Salz-Ionen) müssen in die Zellen aufgenommen und die organischen Stoffe mithilfe von Enzymen umgesetzt werden.
- Der **pH-Wert** muss für eine Vermehrung geeignet sein. Ein zu saures Milieu erlaubt höchstens noch Wachstum der darauf spezialisierten Keime, z. B. der Milchsäurebakterien.
- Je nach **Sauerstoffbedürfnis** der Bakterien muss  $O_2$  in genügender Konzentration vorhanden (für aerobe Keime) oder abwesend sein (für anaerobe Keime).

Die Zellen von Bakterien (● Abb. 1.3) enthalten im Inneren, im sogenannten **Zytoplasma**:

- das Erbgut aus DNA, das **Bakterienchromosom** genannt wird,
- **Plasmide**, die zusätzlich erworbene Gene wie Antibiotikaresistenzen aufweisen,
- **Ribosomen**, an denen Proteine synthetisiert werden.

Die Zelloberfläche hat folgenden Aufbau (von innen nach außen):

- Die **Zellmembran** ist für den Stoffaustausch verantwortlich und besteht aus einer Lipiddoppelschicht mit eingelagerten Proteinen.

■ **Tab. 1.1** Klassifizierung von Bakterien (Auswahl)

Gruppe	Gram-Färbung	O <sub>2</sub> -Verhalten	Besonderheiten
Bazillen	Grampositiv	Aerob	Bildung von Bakteriensporen
Bifidobakterien	Grampositiv	Anaerob	Darmbakterien
Clostridien	Grampositiv	Anaerob	Bildung von Bakteriensporen
Enterobacteriaceen (Enterobakterien)	Gramnegativ	Aerob oder anerob (falls kein O <sub>2</sub> vorhanden)	Darmbakterien und Krankheitserreger, z. B. <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Yersinia</i>
Enterokokken (früher Streptokokken)	Grampositiv	Tolerieren, aber benötigen kein O <sub>2</sub>	Darmbakterien
Laktobazillen (Gruppe der Milchsäurebakterien)	Grampositiv	Tolerieren, aber benötigen kein O <sub>2</sub>	Lebensmittelfermentierer, vergären Zucker zu Milchsäure
Pseudomonaden	Gramnegativ	Aerob	Verderbniserreger

- Die **Zellwand** besteht aus einem netzförmigen Makromolekül, dem **Murein**, einer Verbindung, die nur bei Bakterien gefunden wird.
- Ein Teil der Bakterien (gramnegative Bakterien) besitzt außerhalb der Mureinschicht eine weitere Membran, die **äußere Membran** genannt wird.
- Einige Bakterien können auch Schleimschichten oder **Kapseln** um die Zelle bilden, die eine wirksame Barriere für Antikörper sind.
- Nach außen ragen bei vielen Bakterien die **Flagellen** (Geißeln), die der Fortbewegung dienen, und Anhängsel zur Anheftung an feste Strukturen, wie **Fimbrien** oder Pili, die auf der gesamten Oberfläche zu finden sind.

Die gramnegativen Bakterien enthalten in der äußeren Membran die Lipopolysaccharide (LPS). Diese Moleküle können von Antikörpern als Antigene genutzt werden (Kap. 2.1.3). Außerdem handelt es sich bei diesen Verbindungen um die sogenannten Endotoxine, die beim Tod der Bakterien heftige Entzündungsreaktionen im Wirtsorganismus auslösen können. Die grampositiven Bakterien, die von den gramnegativen durch eine Färbung (Gram-Färbung) unterschieden werden, besitzen eine sehr dicke Zellwand aus vielen Schichten Murein und keine äußere Membran (Keweloh, Frintrop 2016).

Es gibt im Bakterienreich eine Vielzahl von Untergruppen, von denen einige für Lebensmittel und den Menschen bedeutsam sind (■ Tab. 1.1).

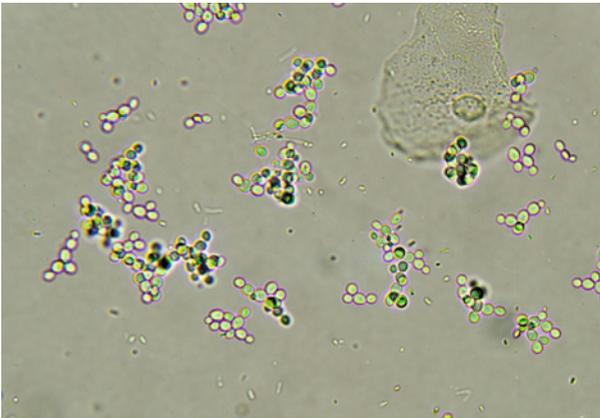
Bakterien können im Allgemeinen mithilfe von Antibiotika abgetötet werden. Antibiotika greifen Strukturen wie z. B. das Murein der Zellwand an, die typisch sind für Bakterien und die in den Zellen des Menschen nicht vorhanden sind.

### 1.1.2 Pilze

Eine wichtige Gruppe der Mikroorganismen sind die **Pilze**, von denen die Schimmelpilze und die Hefen für die Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln von Bedeutung sind. Die Zellen der Pilze sind nicht nur wesentlich größer als die der Bakterien, sie unterscheiden



● **Abb. 1.4** Schimmelpilz (*Penicillium*) mit Hyphen und Sporenbildungsorganen



● **Abb. 1.5** Die Hefe *Saccharomyces cerevisiae*

sich auch durch den Besitz eines Zellkerns und von Chromosomen und ähneln damit im Zellaufbau Pflanzen und Tieren.

**Schimmelpilze**, die lange fädige Zellen (Hyphen) besitzen, bilden sichtbare Beläge auf Lebensmitteln und anderen Substraten, wenn sie zur Vermehrung in großer Zahl Sporen produzieren (● Abb. 1.4). Die Gesamtheit der mikroskopisch kleinen Zellfäden wird Myzel genannt – ein oft weit verzweigtes Geflecht, mit dem sie tief in ihre Nahrungsquellen, z. B. Lebensmittel, eindringen. Schimmelpilze können so auch feste und halb feste Substrate besiedeln und auch komplexe Kohlenhydrate wie die Zellulose von pflanzlichen Zellwänden abbauen. Schimmelpilze wie *Penicillium* spielen überdies eine wichtige Rolle als Edelschimmel, beispielsweise bei der Herstellung von Käse.

**Hefen** sind zumeist Einzeller mit kugeliger Gestalt und seltener fädig aufgebaut (● Abb. 1.5). Sie gehören dennoch aufgrund der Zellstruktur zu den Pilzen. Hefen wie z. B. die Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae* vermehren sich durch Sprossung. Die Hefezelle bildet eine kleine Ausstülpung und aus diesem Zellspross, in den ein neu gebildeter Zellkern einwandert, entsteht nach Vergrößerung eine Tochterzelle. Hefen sind in der Natur häufig dort zu finden, wo zuckerreiche Früchte und Säfte vorhanden sind. Sie können gut in Flüssigkeiten leben und sind in ihrer Ernährung auf Substanzen wie Zucker spezialisiert, die sie vergären und zu  $\text{CO}_2$  und Ethanol abbauen.

## 3 Lebensmittelhygiene – vom Einkauf bis zum Verzehr

Lebensmittelhygiene hat das Ziel, die Entstehung von Lebensmittelinfektionen und -vergiftungen durch vorbeugende Maßnahmen zu verhindern. Zahlreiche Lebensmittel enthalten Mikroorganismen, die bisweilen das Potenzial besitzen, Infektionen auszulösen oder Giftstoffe (Toxine) zu bilden. Durch hygienische Vorkehrungen müssen die Übertragungswege der Keime verhindert oder zumindest kontrolliert werden.

- Die **Lebensmittel** sind oft von zahlreichen Bakterien und Pilzen besiedelt, die typische Begleiter der pflanzlichen und tierischen Ausgangsstoffe unserer Nahrungsmittel sind.
- Durch den **Menschen** gelangen Keime bei falschem Umgang mit Lebensmitteln oft über verunreinigte Arbeitsgeräte in die Speisen. Der Mensch selbst kann auch Krankheitserreger ausscheiden.
- **Tiere** übertragen häufig Keime, die Lebensmittelinfektionen und -vergiftungen verursachen können. Lebensmittel und fertige Speisen müssen deshalb zu jeder Zeit vor der Übertragung von Keimen durch Tiere geschützt werden. Fliegen transportieren beispielsweise Bakterien auf Lebensmittel, sodass verzehrfertige Speisen abgedeckt werden sollten. Auch **Haustiere**, besonders Katzen, können Krankheitserreger übertragen und sollten von Lebensmitteln ferngehalten werden.

Um die Risiken möglichst kleinzuhalten und letztendlich Lebensmittelerkrankungen zu vermeiden, ist es Grund genug, achtsam mit Lebensmitteln umzugehen – vom Einkauf über das Verhalten in der Küche bis letztendlich zum Verzehr. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, Fehler zu machen, die das Essen zum Gesundheitsrisiko werden lassen.

### 3.1 Einkauf und Lagerung

Lebensmittel sind in Deutschland in Einzelhandelsgeschäften wie Supermärkten, auf Wochenmärkten, in landwirtschaftlichen Direktvermarktungseinrichtungen wie Hofläden und neuerdings auch im Internet ver-



füßbar, zumeist in hoher Qualität. Der Handel mit Lebensmitteln wird – wie auch die lebensmittelherstellenden Betriebe – von Lebensmittelüberwachungsbehörden auf Einhaltung der Sicherheits- und Hygienevorschriften ständig kontrolliert.

Der Einkauf im Supermarkt ist grundsätzlich mit geringen Risiken für den Verbraucher verbunden. Bekannte und namhafte Hersteller von industriell erzeugten und verpackten Waren verfügen in der Regel über gute und engmaschige Qualitätskontrollen ihrer Waren. Von den Handelsunternehmen entwickelte Standards, wie z. B. IFS (*International featured Standards*), gewährleisten, dass die Lebensmittelhersteller einwandfreie und sichere (gefahrenarme bzw. -freie) Erzeugnisse produzieren. Produkte aus Ländern der Europäischen Union sind von hoher Sicherheit, da die Betriebe und Länder über entsprechende Standards, Qualitätsmanagementsysteme und strenge amtliche Lebensmittelüberwachungen verfügen. Bei Produkten aus außereuropäischen Ländern werden zwar Einfuhrkontrollen gemacht; diese beschränken sich jedoch auf Stichproben.

Vorsicht ist eher beim Erwerb von selbsthergestellten Lebensmitteln geboten, die von Freunden und Bekannten abgegeben oder auf Märkten angeboten werden. Im zweiten Falle müssen zwar die zahlreichen Vorschriften zur Lebensmittelherstellung und Hygiene eingehalten werden; ob dies auch immer geschieht, ist zweifelhaft.

### 3.1.1 Einkaufen

Die Haltbarkeit und Verderblichkeit der Lebensmittel entscheidet darüber, wie häufig eingekauft werden sollte.

- Empfindliche Lebensmittel, wie z. B. Fleisch oder Fisch, sollten an dem Tag gekauft werden, an dem sie zubereitet werden. Ihr hoher Eiweißanteil und Wassergehalt machen sie zu schnell verderblichen Produkten.



- Bei Produkten, die mehrere Tage haltbar sind, wie z. B. Milch oder Käse, reicht ein Einkauf von ein- bis zweimal pro Woche.
- Bei frischen Lebensmitteln wie Obst und Gemüse gilt: Je frischer sie eingekauft sind, desto länger sind sie bei richtiger Lagerung haltbar.
- Unempfindliche und damit länger haltbare Lebensmittel, wie z. B. Konserven, Instant- oder Trockenprodukte, lassen sich gut für einen Monat oder auch länger bevorraten.

### 3.1.2 Einhaltung der Kühlkette

Zum Schutz der Lebensmittel und damit auch der Gesundheit der Konsumenten werden viele Lebensmittel gekühlt bzw. eingefroren angeboten. Die niedrigen Temperaturen verhindern oder verzögern das Wachstum der Mikroorganismen, die das Lebensmittel besiedeln (►Kap. 1.4).

**Tiefkühlwaren (TK-Kost).** Tiefgefrorene Lebensmittel müssen ununterbrochen bei Temperaturen von  $-18^{\circ}\text{C}$  gekühlt werden, um sie vor dem Verderb zu schützen. Eine etwas dickere Schicht Eiskristalle gibt Hinweise auf eine mögliche Unterbrechung der Tiefkühlkette.

**Kühlpflichtige Produkte.** Alle leicht verderblichen Lebensmittel müssen gekühlt aufbewahrt werden. Für Produkte wie Frischfleisch ist beispielsweise eine Temperatur von höchstens 4 °C, für Milch und Molkereiprodukte von 8 °C erstrebenswert. Jede noch so kleine Erwärmung für eine bestimmte Zeitdauer kann das Wachstum der Mikroorganismen beschleunigen. Die Einhaltung der Kühlkette erfordert, dass das Lebensmittel permanent gekühlt wird. Kommt es zu einer Unterbrechung der Kühlkette, so sind die Lebensmittel in ihrer Haltbarkeitsdauer verkürzt, wenn nicht sogar verdorben.

Der Internethandel mit TK-Produkten und kühlpflichtigen Lebensmitteln ist problematisch, z. B. wenn die Kühlkette beim Versand nicht eingehalten oder der Empfänger nicht zu Hause angetroffen wird. Bei Testkäufen traf die Ware mit einer zu hohen Temperatur am Bestimmungsort ein und die Verpackung entsprach nicht den hygienischen Anforderungen. Zur Sicherstellung der Kühlkette können Styroporboxen mit geeigneten Kühlakkus genutzt werden. Außerdem sollte ein gut sichtbarer Hinweis auf der Verpackung über die Kühlpflicht des Inhalts informieren.

### Praxistipps

- Legen Sie beim Einkauf gekühlte Lebensmittel zuletzt in den Einkaufswagen, um die Kühlkette möglichst gut einzuhalten. Gehen Sie anschließend direkt zur Kasse und danach geradlinig nach Hause, um die Kühl- oder TK-Ware in den Kühlschrank bzw. in die Gefriertruhe zu legen.
- Verwenden Sie für den Kauf von Produkten, die gekühlt werden müssen, eine Kühltasche und an sehr warmen Tagen zusätzlich Kühlakkus.
- Vermeiden Sie im Supermarkt TK-Waren mit einer größeren Schicht von Eiskristallen auf der Verpackung, da diese eventuell angetaut waren. Nehmen Sie am besten Produkte aus der TK-Truhe von weiter unten.

### 3.1.3 Lagerung von Lebensmitteln

Die richtige Lagerung von Lebensmitteln ist entscheidend für die Haltbarkeit der Waren.

Nach dem Einkauf sollten die Lebensmittel sofort zur Lagerung eingeräumt werden. Folgende Lagerungsbedingungen sollten generell beachtet werden:

- **Kühl:** Nahrungsmittel halten sich bei niedrigen Temperaturen, die das Wachstum von Bakterien und Pilzen herabsetzen, länger. Bei kühlpflichtigen Lebensmitteln, die leicht verderblich sind, muss die Kühlkette eingehalten werden. Der Kühlschrank dient zur kurzfristigen Lagerung. Gefrierschrank, Gefriertruhe oder Gefrierfach im Kühlschrank ermöglichen eine langfristige Lagerung.
- **Trocken:** Längerfristig haltbare Lebensmittel, wie z. B. durch Trocknungsverfahren behandelte Produkte, können in einem trockenen Keller, in Speisekammern oder Vor-



ratschränken gelagert werden. Werden Trockenprodukte wie z. B. Gewürze feucht, verderben sie jedoch schnell.

- **Dunkel:** Lichtempfindliche Lebensmittel, wie z. B. Fette und Öle, sollten nicht dem Licht ausgesetzt werden. Am besten sind Öle licht- und wärmegeschützt in einem Schrank aufgehoben, der sich nicht direkt neben dem Herd oder Backofen befindet. Fettsäuren oxidieren unter Lichteinfluss schneller und lassen Fette sowie Öle ranzig und damit ungenießbar und eventuell gesundheitsschädlich werden.

Lebensmittel, die nicht gekühlt werden müssen, können bei Raumtemperatur gelagert werden, wobei die Lagerung direkt neben, über oder unter dem Herd/Backofen ungünstig ist. Produkte, die wie Zucker oder Nudeln eine lange Haltbarkeit haben, lassen sich relativ unproblematisch und lange lagern. Lebensmittel, die nur kurzfristig haltbar sind, wie z. B. Obst oder Gemüse, eignen sich nur für eine kurzzeitige Lagerung und sollten bald verbraucht werden. Eine kühle Speisekammer ist für diese Lebensmittel gut geeignet.

---

### Praxistipps

- Kontrollieren Sie Ihre Vorräte regelmäßig und verbrauchen Sie sie rechtzeitig.
  - Konserven, bei denen Boden oder Deckel nach außen gewölbt sind, müssen entsorgt werden.
  - Füllen Sie angebrochene Packungen in dicht schließende Behälter, z. B. aus Glas oder Kunststoff, um.
  - Decken Sie Obst und Gemüse außerhalb des Kühlschranks mit einer Schutzhaube gegen Fliegen und andere Insekten ab.
- 

#### 3.1.4 Mindesthaltbarkeits- und Verbrauchsdatum

Fleischprodukte wie z. B. Hackfleisch, Fischwaren wie geräucherter Lachs und vorge schnittene kühlpflichtige Obst- und Salatprodukte gelten als leichtverderbliche Lebensmittel mit erheblichem Gefahrenpotenzial für die Konsumenten. Sie werden auf der Verpackung nicht mit einem MHD (Mindesthaltbarkeitsdatum), sondern einem Verbrauchsdatum versehen (zu verbrauchen bis ...), dass streng beachtet werden muss. Produkte dürfen nach Ablauf des Verbrauchsdatums nicht mehr verwendet werden. In solchen Produkten können sich bei einer mehrtägigen Lagerung auch bei Kühlschranktemperaturen insbesondere Listerien (► Kap. 1.3.1) vermehren und eine für eine Infektion ausreichende Zellzahl erreichen.

---

### Praxistipps

- Lesen und beachten Sie die Hinweise zur Lagerung auf der Lebensmittelverpackung.
  - Stellen Sie länger haltbare Waren im Kühlschrank oder im Regal nach hinten und verbrauchen Sie die Produkte zuerst, die früher ablaufen.
- 

Das vom Hersteller angegebene MHD oder das Verbrauchsdatum kann die Haltbarkeit nur bei sachgerechter Lagerung gewährleisten. Auf den Verpackungen sind dazu in der Regel Informationen angegeben. Auch bei Lebensmitteln gilt die vom Hersteller angege-

bene Garantie nur im original-verschlossenen Zustand. Jedes Öffnen nimmt Einfluss auf das Produkt, führt zu Kontaminationen und verringert die Haltbarkeit.

### 3.1.5 Lagerung im Kühlschrank

Da niedrige Temperaturen zu einem langsameren Reifen und Verderben führen und Keime in ihrem Wachstum hemmen, bietet der Kühlschrank optimale Bedingungen für die Lagerung verschiedenster Lebensmittel.

Ein Großteil der Kühlschränke in Privatküchen ist zu hoch eingestellt und schränkt das Wachstum von Krankheitserregern und Verderbkeimen zu gering ein (Hözl, Aldrian 2011). Die optimale Kühlschranktemperatur liegt bei 2–7°C. Mit einem Temperaturunterschied von 5–7°C ist der Kühlschrank oben wärmer als unten, weil die warme Luft hochsteigt. Verfügt der Kühlschrank über eine Umluftkühlung, ist die Temperatur im gesamten Innenraum nahezu gleich. Normalerweise hat der Kühlschrank aber auf den Ablageflächen unterschiedliche Temperaturzonen und sollte folgendermaßen bestückt werden:

■ In den Obst- und Gemüsefächern wird kühl-schranktaugliches Obst bzw. Gemüse gelagert, wie z. B. Blumenkohl, Möhren, Pilze, Äpfel und Beeren.

■ Der kälteste Bereich im Kühlschrank (2–4°C) ist auf der Glasplatte direkt über dem Obst- und Gemüsefach. Er sollte empfindlichen Lebensmitteln wie Fisch und Fleisch vorbehalten sein.

■ Die oberen Ablageflächen sind gut für die Aufbewahrung von Milch- und Milchprodukten, Käse oder auch geräucherten Fleischwaren geeignet. In den Türfächern sind die Temperaturen am höchsten. Daher finden hier Getränke, Butter, Marmelade, Eier und Tuben ihren Platz.

Da es durch das Öffnen des Kühlschranks und durch die Temperaturunterschiede zu einer ständigen Luftverwirbelung kommt, ist bis auf Obst und Gemüse im Kühlschrank alles abgedeckt aufzubewahren. Ideal zur keimgeschützten Aufbewahrung im Kühlschrank sind Plastikboxen.



---

#### Praxistipps

- Bewahren Sie geöffnete Verpackungen in gut verschließbaren Dosen auf.
  - Reinigen Sie den Kühlschrank mindestens einmal im Monat. Hierfür eignen sich gängige Reinigungsmittel oder auch verdünnte Essigessenz.
  - Legen Sie ein Thermometer zur Temperaturkontrolle in den Kühlschrank und regeln Sie gegebenenfalls die Temperatur nach.
-

## 4 Mikrobiologisch-hygienische Eigenschaften von Lebensmitteln

Bakterien und Pilze sind gewöhnliche Begleiter der Lebensmittel, denn Mikroorganismen und Menschen sind Nahrungskonkurrenten. Kommt es zum Wachstum der Mikroorganismen und Abbau der Lebensmittelstoffe, tritt Verderb ein. Die Lebensmittel werden für uns unbrauchbar und ungenießbar. Das Einmachen von Lebensmitteln und andere Verfahren dienen schon seit langer Zeit dem Zweck, dies zu verhindern und unsere Nahrungsmittel haltbar zu machen.

### 4.1 Obst und Gemüse

Ob die Lebensmittel tierischer oder pflanzlicher Herkunft sind, beeinflusst die mikrobiellen Verderbnisprozesse entscheidend. Während Fleisch besonders gut angreifbar für Bakterien ist und bei ungenügender Kühlung schnell in Fäulnis übergehen kann, sind **pflanzliche Lebensmittel** aufgrund der festen Zellwände und rigiden Gewebe der Pflanzen besser vor Mikroben geschützt. Sie sind oft ohne Kühlung längere Zeit haltbar. Zahlreiche Pflanzen enthalten zudem Inhaltsstoffe, die für Mikroorganismen giftig sind und ihre Vermehrung behindern. Gemüse, wie z.B. Knoblauch und Zwiebeln, sowie einige Gewürze sind für ihre antimikrobiellen Eigenschaften bekannt.

Eine große Gefährdung der Gesundheit der Verbraucher stellen zweifelsfrei pathogene Mikroorganismen dar, insbesondere bestimmte Bakterien und Viren (►Kap. 1.3), die in pflanzlichen Lebensmitteln gefunden werden. Solche Keime können schon auf den Anbau Feldern an Pflanzen und Früchte gelangt sein, wie beispielsweise durch Erde und Staub, die sehr keimreich sind. Krankheitserreger können über Fäkalien enthaltenden Dünger, durch den Kot von Vögeln, die über das Feld fliegen, oder von Feldtieren sowie Haus- und Nutztieren auf Pflanzen gelangen. Wasser, das zur Bewässerung benutzt wird, kann ebenso mit Keimen verunreinigt sein. Schädliche Mikroben können an den Händen der Erntehelfer, an Sammelbehältern, Maschinen und Fahrzeugen sein und auf Obst, Salat und Gemüse übertragen werden. Auch später können Keime bei unhygienischem Vermarkten oder im Haushalt auf die Produkte gelangen.

Bei pflanzlichen Lebensmitteln entsteht außerdem eine Gesundheitsgefährdung, wenn Schimmelpilze giftige Substanzen bilden, sogenannte Mykotoxine.

**Wissenswert**

Es gibt mehr als 400 bekannte **Mykotoxine**, die von einer Vielzahl von Schimmelpilzen gebildet werden. Besonders gefürchtet sind die stark krebserregenden und leberschädigenden Aflatoxine, die von einigen Arten des Schimmelpilzes *Aspergillus* produziert werden. Andere Mykotoxinbildner gehören der Gattung *Penicillium* an, die den Namen für das bekannte Antibiotikum geliefert hat, das von diesen Pilzen produziert wird. Auch viele der Penicillien bilden giftige Mykotoxine wie Ochratoxin, Patulin und Citrinin. Bei allen verschimmelten Nahrungsmitteln muss davon ausgegangen werden, dass sie Mykotoxine enthalten können. Für den Konsumenten sind von Pilzen befallene Pflanzen und Lebensmittel in der Regel dann gefährlich, wenn Mykotoxin bildende Pilzarten sich stark vermehrt und sichtbaren Schimmel gebildet haben.

Das Innere unverletzter Pflanzen ist normalerweise völlig frei von Keimen, sodass die Schädigungen durch die Mikroorganismen von außen beginnen. Auf den Oberflächen von Früchten und Gemüse befindet sich stets eine reiche Mikroflora aus Bakterien und Pilzen, die in ihrer Artenvielfalt auch im dazugehörigen Boden zu finden ist. Pilze erreichen oft in Form von Sporen über den Luftweg die Oberflächen von Pflanzen. Pilzsporen werden von reifen und dann oft sichtbaren Pilzkolonien in hohen Mengen abgesondert.

**4.1.1 Frisches Obst****Das Wichtigste in Kürze**

- Frisches Obst ist **Rohkost**, da es nicht gekocht oder so stark erhitzt wird, dass Mikroorganismen inaktiviert werden.
- Beim Essen von Obst gelangen die mit dem Obst assoziierten Mikroben in den Körper. Erreichen dabei gesundheitsschädliche Keime in vitaler Form den Darmtrakt, können sie Erkrankungen verursachen.
- Früchte besitzen zumeist einen hohen Wassergehalt sowie einen niedrigen pH-Wert und ermöglichen vor allem Wachstum von Hefen und Schimmelpilzen.

Bei der Reinigung von Lebensmitteln wie Obst werden Mikroorganismen durch **Waschen** mit Trinkwasser entfernt, dies gilt auch für unerwünschte Stoffe wie Schmutz und Staub. Die auf der Oberfläche der Früchte sitzenden Mikroorganismen können dabei in ihrer Anzahl reduziert, aber nicht vollständig eliminiert werden. Neben dem Waschen verringert die **Entfernung der Schale** das Infektionsrisiko deutlich. Beim Schälen z. B. einer Orange können allerdings Keime von der Schale auf die Frucht übertragen werden. Vorheriges Waschen der Frucht kann dieses Risiko minimieren.

Obst kann somit entsprechend seines Infektionsrisikos unterschieden werden:

- Früchte wie Orangen und Bananen, deren Schale entfernt wird, sind nahezu risikofrei.
- Bei relativ harten Früchten wie Äpfeln und Birnen sowie eingeschränkt Pfirsichen, Nektarinen, Pflaumen und Kirschen ist Waschen mit warmem Wasser und anschlie-

ßendes Abreiben eine recht sichere Maßnahme zur Keimentfernung. Auch hier ist das Schälen noch effektiver.

- Hingegen kann bei weichen und kleine Früchten ohne harte Oberfläche wie Himbeeren, Johannisbeeren, Heidelbeeren, Stachelbeeren, Brombeeren und Erdbeeren die Keimbelastung weder durch kaltes noch durch warmes Waschen verringert werden. Diese Früchte sollten nur nach einem Erhitzungsprozess genossen werden.

### Praxistipps

- Waschen Sie Obst mit Schale immer sehr gründlich unter fließendem Wasser und reiben es anschließend mit einem Tuch trocken.
- Waschen Sie die Produkte kurz vor dem Verzehr. Schälen Sie die Früchte, wenn Sie ganz sichergehen wollen, insbesondere wenn die Schale beschädigt ist.
- Essen Sie keine exotischen Früchte aus südlichen Ländern, die Sie nicht schälen können.

Ist die Schale einer Frucht nicht mehr intakt, können Keime in das Fruchtfleisch gelangt sein.

### Verderb und Lagerung

Jeder Privathaushalt in Deutschland kauft im Schnitt 86kg Obst im Jahr ein. Nur etwa 10 % des Konsums entfallen auf Konserven und unter 1 % auf tiefgefrorene Früchte. Da nur wenige Obstsorten frisch längere Zeit gelagert werden können, aber viele Menschen das ganze Jahr über frisches Obst genießen möchten, stellt sich die Frage, wie unbedenklich dies ist.

Nach der Ernte kann es unterschiedlich lange dauern, bis der Verderb einsetzt. Über die Haltbarkeit entscheiden neben dem Reifegrad und der Qualität der Früchte (beschädigtes Obst, Insektenbefall) die Behandlung bei der Ernte (Eimer, Maschinen) und die Lagerung der Früchte (Räume, Temperatur, Klima). Verderb von Obst kann durch verschiedene, oberflächlich anhaftende Bakterien ausgelöst werden. Die oft säurereichen Früchte werden jedoch besonders stark von Schimmelpilzen und Hefen angegriffen, denen ein saures Milieu mehr zusagt als den Bakterien.

Gelagert wird Obst häufig in ganz normalen Kühllhäusern oder in Kühllagern, in denen Gasatmosphäre, Druck und Temperatur kontrolliert werden; man spricht von CA-Lagerung (*Controlled Atmosphere*). Diese verlangsamt die Reifung der Früchte und reduziert ihren Verderb. Sie trägt damit zur Haltbarkeit und Qualität der Früchte bei.

Zur Erhaltung der Frische gibt es eine besondere Verpackungsmöglichkeit, nämlich das sogenannte *Modified Atmosphere Packing* (MAP), das den Stoffwechsel verlangsamt und somit das Obst (oder auch andere Lebensmittel) länger frisch hält. Die Veränderung der Gaszusammensetzung in der gasdichten Verpackung führt gleichzeitig zu einer Ein-



schränkung und Verzögerung des Keimwachstums. Zur Keimreduzierung ist in Deutschland außerdem die oberflächliche Behandlung von Obst mit ultravioletten Strahlen erlaubt; derart behandelte Produkte müssen aber gekennzeichnet werden.

Weitreichende Folgen hat auch die Art der Lagerung zu Hause. Sofern keine kühle Speisekammer oder ein geeigneter Kellerraum zur Verfügung steht, bleibt nur das Obst- und Gemüsefach des Kühlschranks. Gerade im Sommer lässt sich der Verderb durch die Nutzung dieses Fachs beträchtlich hinauszögern.

---

### Praxistipp

- Öffnen Sie bei der Lagerung im Kühlschrank die Handelsverpackungen, um die das Keimwachstum begünstigende Bildung von Kondenswasser zu vermeiden.
- 

Werden Äpfel beispielsweise neben unreife Bananen gelegt, führt dies zu einer beschleunigten Reifung, da Früchte wie Äpfel das flüchtige Wachstumshormon Ethylen ausscheiden. Auch Pfirsiche, Nektarinen und Aprikosen haben diesen natürlichen Reifebeschleuniger, sodass eine getrennte Lagerung zu anderen Obst- oder Gemüsesorten ratsam ist.

### Obst und Schimmelpilze

Schon bei der Befruchtung der Obstbäume kann es zu einer Übertragung von Pilzen kommen. Diese greifen dann bei der Lagerung das Kerngehäuse an, sodass beispielsweise der Apfel im Gehäuse braun wird. Auch später können Schimmelpilze über ihre Sporen Obst besiedeln, besonders wenn es geschädigt ist, also z. B. Risse oder Verletzungen aufweist. Um einen Schimmelbefall vorzubeugen und Obst lagerfähiger zu machen, wird es im konventionellem Anbau daher noch vor der Ernte mit chemischen Antipilzmitteln und nach der Ernte oberflächlich behandelt. Dann wird das Obst z. B. als „gewachst“ gekennzeichnet.

Deutet im Kerngehäuse ein weißer, pelziger Belag auf Schimmelpilzwachstum hin, oder ist das Fruchtfleisch befallen, sollten Äpfel und andere Früchte nicht mehr verzehrt werden. Bei einem einmaligen Verzehr eines verschimmelten Obststückes ist noch nicht mit gesundheitlichen Folgen zu rechnen. Gefährlich ist die wiederholte, dauerhafte Belastung mit Schimmelpilztoxinen.

---

### Praxistipps

- Werfen Sie verschimmelte Früchte und Obst mit braunen Stellen sofort weg, da die Pilze auf andere Lebensmittel überspringen können.
  - Früchte wie Äpfel sollten Sie vor dem Essen vierteln, um das Kerngehäuse zu entfernen. Dabei können Sie Schimmelbildung erkennen und die Frucht entsorgen.
- 

### Aufgeschnittene Früchte

Die Schale bzw. Haut von Früchten wie Beeren und Trauben stellt für die oberflächlich vorhandenen Mikroorganismen die wichtigste Barriere dar, die einen Eintritt ins Innere verhindert. Werden Früchte aufgeschnitten, können Bakterien von der Schale in das Fruchtfleisch gelangen. Das Fruchttinnere bietet vor allem aufgrund des reichen Vorkommens von Wasser und Zucker ideale Bedingungen für das Bakterienwachstum.

Krankheitserreger können außerdem über unreine Hände oder Küchengeräte (Messer, Bretter) auf das Fruchtfleisch gelangen.

Beim Verzehr von Melonen sollte unbedingt auf die allgemeinen Hygieneregeln (►Kap.3) geachtet werden, um das Risiko einer Lebensmittelinfektion zu verringern. Melonen haben vielfach Krankheitsausbrüche ausgelöst. Insbesondere Melonen mit rauer Schale wie die Sorte *Cantaloupe* (Netzmelonen) können gefährliche Keime enthalten, die aufgrund der Oberflächenstruktur der Früchte nicht abgewaschen werden können.




---

### Praxistipps

- Beim Auf- und Kleinschneiden waschen Sie zuerst die Früchte und Ihre Hände und arbeiten Sie mit sauberen Messern und Schneidbrettern.
  - Decken Sie Schalen mit geschnittenem Obst oder Fruchtsalate ab und stellen Sie sie in den Kühlschrank, wenn sie nicht sofort verzehrt werden.
  - Entsorgen Sie aufgeschnittenes Obst, das mehrere Stunden ungekühlt aufbewahrt wurde.
  - Verzehren Sie selbst aufgeschnittene Melonen zügig, ansonsten bewahren Sie sie nur kurze Zeit im Kühlschrank auf.
- 

### Vorgeschnittenes Obst aus dem Kühlregal

Im Handel werden vorgeschnittene Früchte – oft einzeln wie Melonenstücke oder Mischungen – in Kühltheken angeboten und als verzehrfertiges Produkt verkauft. Das Aufschneiden und Verpacken der Früchte erfolgt oft direkt im Einzelhandelsgeschäft, eventuell unter nicht kontrollierten Hygienebedingungen. Durch die Kühlung wird das Wachstum von Bakterien verzögert, die durch das Schneiden von der Oberfläche in das Fruchtfleisch eindringen. Gelangen dabei krankmachende Bakterien auf das säurearme Fruchtfleisch, können sie sich bei ungenügender oder zu langer Kühlung vermehren und somit zu einer ernstzunehmenden Gesundheitsgefahr werden.

---

### Praxistipp

- Vermeiden Sie grundsätzlich den Kauf und Genuss von vorgeschnittenen verzehrfertigen Früchten.
- 

### Erdbeeren und Weintrauben

Erdbeeren und Weintrauben werden leicht von dem Erreger der Grauschimmelfäule *Botrytis cinerea* befallen und verderben dadurch sehr schnell. Entsprechend wird mit Antipilzmitteln (Fungiziden) versucht, diesen Befall zu verhindern. *Botrytis cinerea* kann mehr als 200 Pflanzenarten befallen. Die Übertragung der Sporen kann durch den Wind oder durch Kontakt mit bereits belasteten Pflanzen erfolgen.

**Wissenswert**

Im Weinbau kann sich das Auftreten des Schimmelpilzes *Botrytis cinerea* auch positiv auswirken. Wenn sich die Pilze erst bei trockenem Herbstwetter auf den schon ausgereiften Trauben entwickeln, schrumpfen die Weinbeeren rosinenartig ein. Die Beeren haben aufgrund des Wasserverlusts einen noch höheren Zuckergehalt und aus ihnen kann die sogenannte Trockenbeereauslese gewonnen werden.

**Praxistipps**

- Wählen Sie Erdbeeren sorgfältig aus, waschen Sie sie gründlich ab und verarbeiten Sie sie z. B. zu Konfitüre.
- Bevorzugen Sie Weintrauben aus deutschem Anbau. Sie können nur saisonal angeboten werden und sind u. a. deshalb deutlich weniger mit Pestiziden belastet. Im Zweifelsfall sollten sie generell gemieden werden.

**Grapefruit und Medikamente**

Aufgrund der in der Grapefruit, Pampelmuse, Pomelo und Pomeranze (Bitter- oder Sevilleorange) enthaltenen Bitterstoffe sollte bei gleichzeitiger Einnahme von bestimmten

Medikamenten der Genuss dieser Früchte oder der Säfte vermieden werden. Diese Pflanzenstoffe können die Wirkung mehrerer Medikamente stark beeinflussen. Sie blockieren in der Leber die Enzyme, die für den Abbau vieler Medikamente wichtig sind, sodass die Menge des Wirkstoffs im Körper beträchtlich höher als erwünscht ist (Smollich u. Podlogar 2016).

Derzeit sind 85 Medikamente bekannt, die eine Wechselwirkung mit Grapefruit zeigen und zum Teil schwere Nebenwirkungen hervorrufen. Auch Alkohol verstärkt die Wirkung vieler Medikamente, die in der Leber abgebaut werden. Alkohol und Grapefruit können in Kombination die Wirkungen einiger Medikamente teilweise lebensgefährlich verstärken.

**Praxistipp**

- Informieren Sie sich über den Beipackzettel, ob Grapefruit mit Ihren Medikamenten gefährliche Wechselwirkungen eingeht.

