

Mikroorganismen und Lebensmittel

Themenbereiche

- Arten mikrobieller Gefährdung

- Hygienerisiken und wichtige Faktoren für Lebensmittelsicherheit

Index

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| 1 CHARAKTERISTISCHE MERKMALE VON MIKROORGANISMEN | 2 |
| 2 MIKROBIELLES WACHSTUM | 2 |
| 2.1 EXTRINSISCHE FAKTOREN | 3 |
| 2.1.1 TEMPERATUR | 3 |
| 2.1.2 RELATIVE FEUCHTE | 4 |
| 2.1.3 SAUERSTOFF (DER ATMOSPHERE) | 4 |
| 2.2 INTRINSISCHE FAKTOREN | 5 |
| 2.2.1 NÄHRSTOFFE | 5 |
| 2.2.2 PH | 5 |
| 2.2.3 WASSERAKTIVITÄT (a_w) | 5 |
| 2.2.4 VERFÜGBARER SAUERSTOFF | 6 |
| 2.3 DAS HÜRDENMODELL | 6 |
| 3 MIKROORGANISMEN UND LEBENSMITTEL | 8 |
| 3.1 ERDBODEN | 8 |
| 3.2 WASSER | 8 |
| 3.3 LUFT | 8 |
| 3.4 ROHMATERIALIEN | 8 |
| 3.5 VERARBEITER | 9 |
| 3.6 UTENSILIEN UND ARBEITSGERÄTE | 9 |
| 3.7 KREUZKONTAMINATION | 9 |
| 4 RISIKEN UND GEFAHREN | 10 |
| 5 WEITERFÜHRENDE LITERATUR UND LINKS | 10 |

1 Charakteristische Merkmale von Mikroorganismen

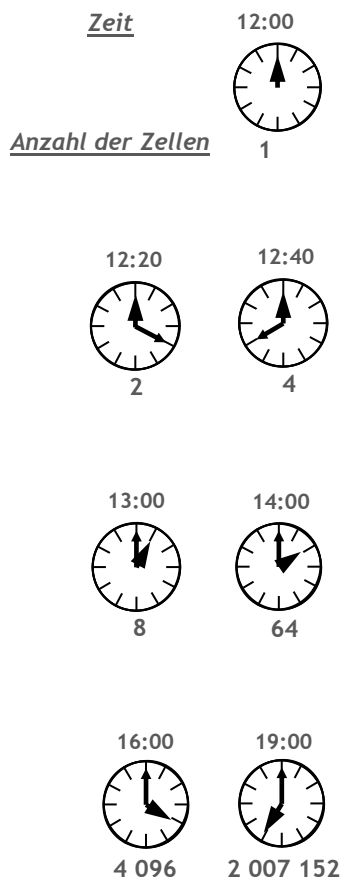
Mikroorganismen spielen in vielen Fällen eine wichtige Rolle in der Produktion von Lebensmitteln, stellen aber gleichzeitig in bezug auf die Lebensmittelsicherheit eine nicht zu unterschätzende Gefahr dar. Viele verschiedene Faktoren können ihre Ausbreitung beeinflussen - und alle stellen ein großes Risiko für die Lebensmittelsicherheit dar.

Die Bezeichnung "Mikroorganismen" bezieht sich hier auf alle Lebewesen, die mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind.

Typische Größen sind:

- für Viren: 0,015-0,3 μm
- für Bakterien: 1-5 μm
- für Hefen: 5-10 μm
- für Protozoen: 5-50 μm

2 Mikrobielles Wachstum



Mikroorganismen sind zum Beispiel wichtige Bestandteile von Lebensmitteln wie Joghurt, Käse, Brot und Getränken wie Bier, Wein und Kakao; sie können aber auch eine Veränderung von Lebensmitteln herbeiführen und damit zu einer Bedrohung für die menschliche Gesundheit werden.

Mikrobielles Wachstum bezeichnet die Vermehrung von Zellen und deren Ausbreitung unter optimierten

Wachstumsbedingungen (siehe Abbildung 2). Ein Beispiel für bakterielles Wachstum ist in Abbildung 1 zu sehen. Die generelle mikrobielle Verunreinigung von Lebensmitteln steht in direktem Zusammenhang mit diesem Wachstum, das wiederum von der Menge der verfügbaren Nährstoffe in dem betroffenen Lebensmittel abhängt, die von den Mikroorganismen konsumiert werden können. Die Folgen mikrobieller Verunreinigung eines Lebensmittels können in Form von abweichenden Gerüchen, Aromen und Geschmack zu Tage treten.

Das Wachstum von Mikroorganismen wird von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst, bei denen man generell zwischen extrinsischen (äußerliche) und intrinsischen (innere) Faktoren unterscheidet. Extrinsische Faktoren sind z. B. Umwelteinflüsse, die von außen auf das Lebensmittel einwirken, z.B. Temperatur, Zeit und die relative Luftfeuchte der Umgebung. Intrinsische Faktoren beziehen sich auf die chemischen wie biologischen Eigenschaften des Lebensmittels selbst (Lebensmittelmatrix), die von äußerlichen Faktoren beeinflusst oder durch diese bedingt werden. Diese beeinflussen

Abbildung 1 - Einfluss von Zeit auf mikrobielles Wachstum

3 Mikroorganismen und Lebensmittel

das Wachstum und/oder das Überleben von Mikroorganismen beispielsweise durch den pH-Wert, das Vorhandensein von Nährstoffen, die Verfügbarkeit von Wasser (a_w -Wert), konkurrierende Mikroorganismen, sowie Bakterizide oder andere Wachstumsinhibitoren.

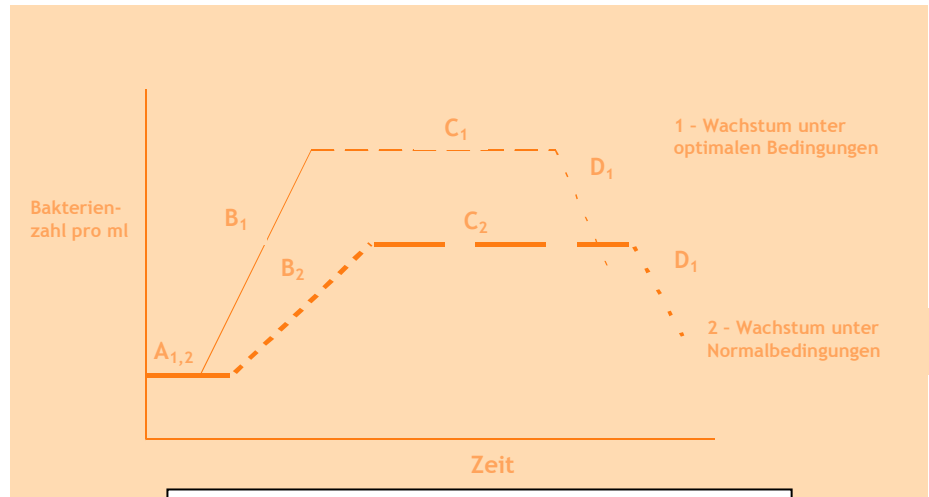


Abbildung 2 - Phasen mikrobiellen Wachstums:
A - Anlaufphase, B - exponentielles Wachstum, C - stationäre Phase, D - Absterbephase

Extrinsic factors are those related food storage conditions and environment conditions

Extrinsische Faktoren beziehen sich auf Lager- und Umweltbedingungen

Heat kills microorganisms, but cold only inhibits or delays their growth.

Hitze tötet Mikroorganismen, Kälte kann lediglich ihr Wachstum verhindern bzw. verzögern

2.1 Extrinsische Faktoren

Auf die extrinsischen Faktoren kann in der Regel innerhalb einer Lebensmittelproduktion am meisten Einfluss genommen werden.

2.1.1 Temperatur

Alle Mikroorganismen benötigen eine bestimmte Temperatur, um mit maximaler Geschwindigkeit zu wachsen (Ideal- oder Optimaltemperatur). Anhand dieser Temperatur werden sie wie folgt klassifiziert:

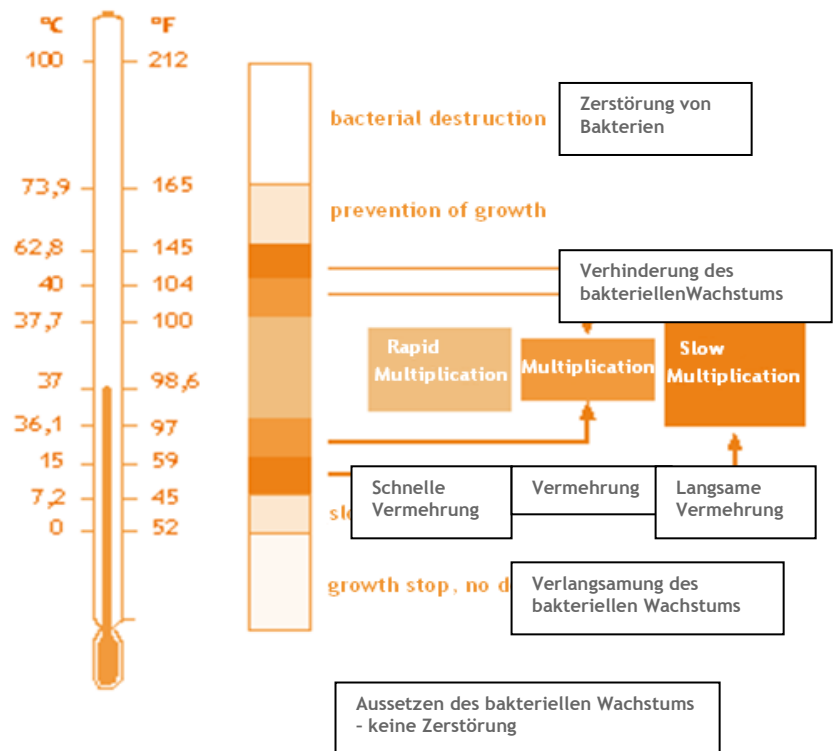
- Thermophile Mikroorganismen mit einer Optimaltemperatur von 45 bis 80°C
- Mesophile Mikroorganismen mit einer Optimaltemperatur von 15 bis 45°C
- Kälteliebende (psychrophile / cryophile) Mikroorganismen mit einer Optimaltemperatur von 15°C oder niedriger
- Psychrotrophe Mikroorganismen können bei 0 bis 7°C wachsen, ihre Optimaltemperatur beträgt 15 bis 20°C.

Steigt oder sinkt die Umgebungstemperatur im Verhältnis zur Optimaltemperatur, verlangsamt sich das mikrobielle Wachstum. Es setzt ganz aus, wenn sich die Temperaturen ober- oder unterhalb der Maximal- bzw. Minimalgrenze bewegen. Dies führt allerdings nicht immer gleichzeitig zu ihrem Absterben (siehe Abbildung 3). Daher ist eine Kontrolle der Temperatur

4 Mikroorganismen und Lebensmittel

während der Produktion und Lagerung
elementar wichtig für die
Haltbarkeitsdauer eines Produkts.

Abbildung 3 - Auswirkungen von Temperatur
auf mikrobielles Wachstum



2.1.2 Relative Feuchte

Lebensmitteln sollten bei niedriger Luftfeuchtigkeit gelagert werden, da eine hohe Luftfeuchtigkeit mikrobielles Wachstum begünstigt. Die in der Umgebung vorhandene Feuchte erhöht nach und nach den Wassergehalt der betreffenden Lebensmittel, was das mikrobielle Wachstum beschleunigt.

2.1.3 Sauerstoff (athmosphärisch)

Mikroorganismen können auch nach ihrem Sauerstoffbedarf bzw. ihrer Überlebensrate unter dem Einfluss von Sauerstoff klassifiziert werden. Dabei werden Mikroorganismen, die keinen Sauerstoff vertragen, als „anaerob“ bezeichnet. Für andere Mikroorganismen dagegen ist Sauerstoff überlebenswichtig. Wieder andere können mit oder ohne Sauerstoff wachsen. Daher kann die umgebende Atmosphäre auf die einen Mikroorganismen einen positiven Effekt ausüben, auf andere einen negativen. Beispiele für die Nutzung dieses Wissens sind speziell angepasste Verpackungsformen wie z.B. die Vakuumverpackung.

2.2 Intrinsische Faktoren

Nährstoffgehalt, pH-Wert, Wasseraktivität und Sauerstoffgehalt sind intrinsische Faktoren, die meist aus dem Produkt selbst resultieren und einen erheblichen Einfluss auf mikrobielles Wachstum haben.

Innere Faktoren beziehen sich auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Produkts

Intrinsic factors are those that are related to the physical chemical characteristics of food.

2.2.1 Nährstoffe

Die Zusammensetzung von Inhaltsstoffen, insbesondere von Proteinen oder Zuckern, legt fest, welche Arten von Mikroorganismen auf dem jeweiligen Lebensmittel wachsen können. Auch das Vorhandensein von Vitaminen, Aminosäuren etc. bestimmt das Wachstum von Mikroorganismen. Generell ist Schimmel am wenigsten anspruchsvoll hinsichtlich verfügbarer Nährstoffe, gefolgt von Hefen und Bakterien.

2.2.2 pH-Wert

Der pH-Wert bezeichnet den Säuregehalt eines Lebensmittels. Er kann zwischen 1 und 14 betragen und wird generell in drei Gruppen unterteilt:

- *sauer*: Substanzen mit einem pH-Wert zwischen 1 und 6 (z.B. Zitronen, Essig und die meisten Früchte)
- *neutral*: Substanzen mit einem pH-Wert um 7 (z.B. Wasser)
- *alkalisch oder basisch*: Substanzen mit einem pH-Wert zwischen 8 und 14 (z.B. Reinigungsmittel, Seifen, Natronlauge)

pH-Werte können aufgrund der vorhandenen sauren oder basischen Verbindung in dem betreffenden Medium variieren. Je höher der Anteil saurer Verbindungen in einem Lebensmittel ist, desto niedriger ist dessen pH-Wert, desto saurer ist das Lebensmittel.

Einige Mikroorganismen können nur bei einem bestimmten pH-Wert überleben bzw. wachsen (siehe Tabelle I). Daher ist das Wissen um den pH-Wert von Produkten wichtig, um möglicherweise darin vorkommende Mikroorganismen eingrenzen zu können (siehe Tabelle II). In der Lebensmittelindustrie wird daher oft eine Säuerung vorgenommen, um die Haltbarkeitsdauer von Lebensmitteln zu verlängern (z.B. eingelegte Produkte).

2.2.3 Wasseraktivität (a_w -Wert)

Wasser als essentieller Faktor für alles Leben ist zu verschiedenen Graden in Lebensmitteln verfügbar. Der Wassergehalt eines Lebensmittels ist folglich nicht identisch mit der Menge verfügbaren Wassers. Verschiedene Konservierungsmethoden wie Trocknen, Salzen oder Einzuckern

basieren auf dem Prinzip der Reduktion des verfügbaren Wassers. Eine dimensionslose Maßeinheit für das verfügbare Wasser ist der a_w -Wert. Dieser kann sich von 0-1 bewegen, wobei 1 für 100% verfügbares Wasser steht, 0 entsprechend für 0%. Der a_w -Wert eines Lebensmittelprodukts stellt einen der Hauptfaktoren für mikrobielles Wachstum dar. So ist auch der minimale a_w -Wert für jeden Mikroorganismus unterschiedlich. Generell überleben Schimmel und Hefen in einer Umgebung mit einem niedrigeren a_w -Wert als Bakterien. Jedoch garantiert das Ausbleiben mikrobiellen Wachstums nicht gleichzeitig deren völlige Abwesenheit. Eine große Zahl von Mikroorganismen ist in der Lage, auch bei niedrigen a_w -Werten zu überleben und ihr Wachstum bei der Rehydrierung wieder aufzunehmen.

2.2.4 Verfügbarer Sauerstoff

Die Sauerstoffmenge in der Umgebung hat ebenfalls einen Einfluss auf die Arten und Vermehrungsraten von Mikroorganismen, die in einem bestimmten Lebensmittel wachsen können. Viele Prozesse in der Lebensmittelindustrie beeinflussen die Verfügbarkeit von Sauerstoff. So bewirkt beispielsweise eine Vakuumverpackung eine Verringerung des verfügbaren Sauerstoffs in dem betreffenden Produkt. Auch Kochen führt zu einer Sauerstoffverringerung. Dagegen erhöhen Handlungen wie z.B. die Produktion von Hackfleisch die Sauerstoffkonzentration.

2.3 Das Hürdenkonzept

Mikrobielles Wachstum hängt nicht nur von einem einzigen Faktor ab. Ein bestimmtes Lebensmittel kann einen mittleren pH-Wert, jedoch einen niedrigen Level an verfügbarem Wasser aufweisen und in einer Vakuumverpackung im Kühlschrank gelagert werden. Wenn Mikroorganismen bei dem entsprechenden pH-Wert zwar grundsätzlich wachsen können, kann durch das wenige verfügbare Wasser, den niedrigen Sauerstoffgehalt und die geringe Lagertemperatur dieses Wachstum wieder verhindert werden.

Die Nutzung von kombinierten Faktoren, den so genannten Hürden, führt zu einem kumulativen antimikrobiellen Effekten, manchmal sogar zu umfassenderen Synergieeffekten (Leistner

7 Mikroorganismen und Lebensmittel

2002). Jede Hürde stellt eine weitere feindliche Umgebung dar, die das Wachstum der Mikroorganismen hemmt oder es abtötet. Die Kombination mehrerer Hürden führt dazu, dass die betreffenden Mikroorganismen nicht mehr in der Lage sind, diese zu „überspringen“ (siehe Illustration in Abbildung 4). Dies ist effektiver als eine Einzelbekämpfung und erlaubt auch Hürden von geringerer Intensität (z.B. geringerer Salzgehalt), was wiederum zu einer höheren Qualität der Lebensmittel beiträgt.

Tabelle I - pH-Werte und das Wachstum ausgewählter Mikroorganismen

| Mikroorganismus | Minimaler pH-Wert | Optimaler pH-Wert | Maximaler pH-Wert |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Schimmel | 1, 5 bis 3,5 | 4, 5 bis 6,8 | 8 bis 11 |
| Hefe | 1, 5 bis 3,5 | 4 bis 6,5 | 8 bis 8,5 |
| Bakterien (überwiegend) | 4,5 bis 5,5 | 6,5 bis 7,5 | 8,5 bis 9 |
| Milchsäurebakterien | 3 bis 5 | 5,5 bis 7,5 | 6,5 bis 8 |

Table II - annähernde pH-Werte einiger Lebensmittelprodukte

| Produkt | pH-Wert | Produkt | pH-Wert |
|---------------------|-------------|------------|-------------|
| Eiweiß | 7,5 bis 9 | Mais | 7 bis 7,5 |
| Eigelb | 6,1 | Kartoffeln | 5,3 bis 5,6 |
| Frische Milch | 6,3 bis 6,5 | Karotten | 5,2 bis 6,2 |
| Butter | 6,1 bis 6,4 | Zwiebeln | 5,3 bis 5,8 |
| Fisch (überwiegend) | 6,3 bis 6,8 | Tomaten | 4,2 bis 5,8 |
| Hühnerfleisch | 6,2 bis 6,4 | Orangen | 3,6 bis 4,3 |
| Schweinefleisch | 5,3 bis 6,4 | Zitronen | 1,8 bis 2,4 |
| Rindfleisch | 5,1 bis 6,2 | Äpfel | 2,9 bis 3,3 |

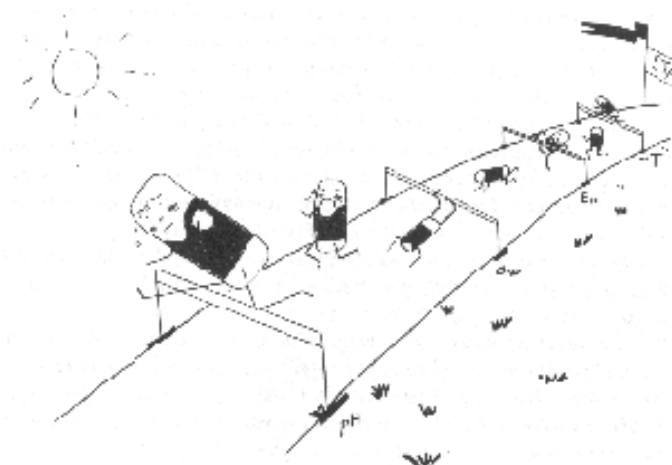


Abbildung 4 - Das Hürdenkonzept
Aus: Adams, M. R and Moss, N.O, 1995.

3 Mikroorganismen und Lebensmittel

Mikroorganismen in Lebensmittel können von unterschiedlichen Quellen kommen: Erdboden, Wasser, Menschen, Utensilien, Ausrüstungsgegenstände, Produkte, Rohmaterialien aus der Produktion.

3.1 Erdboden

Erdböden können sehr unterschiedlich sein. Sandige und trockene Böden haben eine andere Mikroflora als Böden, die feucht und fruchtbar sind. Erdböden sind eine wichtige Quelle von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen. Natürliche oder künstliche Düngemittel wie Mist oder Dung können darüber hinaus weitere fäkale Mikroorganismen in den Boden einbringen. Diese Mikroorganismen können durch Kontakt, Wind/Staub, Regen oder Bewässerung, Tiere (über Hufe, Fell, Federn etc.), Insekten etc. auf Produkte übertragen werden.

3.2 Wasser

Wasser besitzt eine Mikroflora, deren Zusammensetzung seine Herkunft und seinen Verschmutzungsgrad widerspiegelt. Von großer Wichtigkeit sind hier Indikatororganismen für fäkale Verunreinigungen wie E.coli oder Enterobacter. Das Vorkommen dieser Mikroorganismen weist auf die potentielle Präsenz pathogener Mikroorganismen hin. Daher ist es wichtig, Wasser (und Eis!) von guter mikrobieller Qualität zu benutzen - nicht nur für das Waschen, Lagern und Zubereiten von Lebensmitteln, sondern auch für das Waschen von Werkzeugen und Arbeitsgegenständen.

3.3 Luft

Luft ist ein charakteristisches Transportmittel für Mikroorganismen verschiedenster Herkunft. Durch einfache Handlungen und Gesten können Mikroorganismen in die Luft gebracht werden: So übertragen einfache Handlungen wie Kopfschütteln, Niesen oder Husten Mikroorganismen der menschlichen Flora an die Luft. Um diese Kontamination zu reduzieren, sollten Lebensmittel so oft wie möglich abgedeckt werden und sollte Staub regelmäßig entfernt werden. Auch der Einsatz von Luftfiltern kann die Verunreinigung reduzieren.

3.4 Rohmaterialien

10 Mikroorganismen und Lebensmittel

Jedes Produkt, ob tierischen oder pflanzlichen Ursprungs, besitzt seine eigene charakteristische Flora. Generell beinhaltet das Innere pflanzlichen Gewebes nur wenige Mikroorganismen, während das Äußere aufgrund des Kontakts zu Luft, Wasser, Boden und anderen Quellen eine große Anzahl an Mikroorganismen beherbergt. Das Innere tierischen Gewebes ist in der Regel frei von Mikroorganismen. Auf tierischen Produkten sind Mikroorganismen vor allem auf der Oberfläche (z. B. Haut, Fell, Federn, Schuppen etc.) und im Verdauungstrakt zu finden. Bei der Schlachtung stellt also vor allem die Entfernung der Haut, der Federn und der Eingeweide das Hauptrisiko für eine Kontamination dar.

3.5 Verarbeiter

Menschen spielen in Bezug auf die Mikroflora von Lebensmitteln eine große Rolle. Der menschliche Körper bietet ein optimales Milieu für Mikroorganismen. Colibakterien und *Staphylococcus aureus* sind die Mikroorganismen, die am häufigsten durch den Menschen auf Lebensmittel übertragen werden. Sie stammen aus Fäkalien (Colibakterien) bzw. von der Haut (Staphylokokken). Daher muss mit besonderer Vorsicht mit gekochten Lebensmitteln oder Lebensmitteln, die roh verzehrt werden, umgegangen werden.

3.6 Utensilien und Arbeitsgeräte

Utensilien und Arbeitsgerät bekommen entwickeln eine Mikroflora selbst bei Reinigung und Pflege, die sie im Betrieb durchlaufen. Mikroorganismen heften sich leicht an verschiedene Materialien - dies geschieht durch den Kontakt von Lebensmitteln mit schlecht gesäuberten Oberflächen (Arbeitsflächen, Wänden etc.) oder Arbeitsgeräten (z.B. Maschinen, Messern, Schneidebrettern oder Behältern).

3.7 Kreuzkontamination

Kreuzkontamination tritt auf, wenn Mikroorganismen von einem kontaminierten Lebensmittel auf nichtkontaminierte Lebensmittel oder Oberflächen übertragen werden. Diese Übertragung kann durch Utensilien, Berührungen, Kleidung oder das Lebensmittel selbst geschehen.

Rohe Lebensmittel sind so gut wie immer kontaminiert. Alles, was in Kontakt mit rohen Lebensmitteln kommt, muss daher gründlich

11 Mikroorganismen und Lebensmittel

gewaschen werden, bevor es mit gekochten Lebensmitteln in Kontakt kommt. Auch Utensilien und Arbeitsgeräte, die für die Lagerung, die Zubereitung oder das Servieren von Lebensmitteln benutzt werden, müssen gereinigt werden. Sie sollten von der Umgebung abgeschirmt aufbewahrt werden, sodass eine Kontaminierung mit in der Luft befindlichen Mikroorganismen vermieden wird. So kann beispielsweise unabgedecktes rohes Fleisch, das in einem Kühlschrank neben servierfertigen Salat aufbewahrt wird, diesen durch die im Kühlschrank zirkulierende Luft kontaminieren.

4 Risiken und Gefahren

In Bezug auf die Lebensmittelsicherheit bezeichnet „Gefahr“ chemische, physikalische oder biologische Erreger, die eine Kontaminierung der Lebensmittel verursachen können. „Risiko“ bezeichnet die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gefahr auftreten kann. So stellt beispielsweise die Aufbewahrung von gekochten Lebensmitteln bei Zimmertemperatur ein Risiko dar, weil sie die Wahrscheinlichkeit mikrobiellen Wachstums erhöht. Die Hauptrisikofaktoren in Bezug auf mikrobielle Gefahren sind:

- Unzureichende persönliche Hygiene
- Unzureichende Hygiene beim Umgang mit Produkten
- Unangemessene Zeit/Temperatur-Einhaltung bei der Konservierung von Lebensmitteln
- Relative Feuchte und a_w -Werte, die mikrobielles Wachstum begünstigen
- Praktiken, die Kreuzkontaminationen begünstigen
- Unzureichende Reinigung des Betriebes, der Arbeitsgeräte und Utensilien

Tabelle III zeigt eine Liste der häufigsten Krankheitserreger, die durch Kontamination in Lebensmittel gelangen.

5 Weiterführende Literatur und Links

Adams, Moss; "Food Microbiology"; 3rd Ed. 2007; RSC Publishing

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF); "Microbial Ecology of Foods Vol I - Factors affecting life and death of microorganisms"; Academic Press, Inc.; San Diego; 1990

Jay; "Modern Food Microbiology"; 5th Ed. 1996; Chapman & Hall

Sinell; "Einführung in die Lebensmittelhygiene"; 4th Ed. 2003; Parey

<http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Ernaehrung/SicherheitLebensmittel/Hygiene/Rechtsgrundlagen.html>

<http://www.bfr.bund.de/cd/674>

http://www.fsis.usda.gov/Fact_Sheets/Foodborne_Illness_&_Disease_Fact_Sheets/index.asp

Tabelle III - Die häufigsten Krankheitserreger in Lebensmitteln

| Name | Wachstumstemperaturen | Herkunft | Symptome | Gefährdete Lebensmittel |
|--------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Bacillus cereus</i> | Min.: 10 °C Opt.: 28-35 °C Max.: 45 °C | unspezifisch | Magen-Darm Beschwerden (Durchfall, Erbrechen) | Getreide, rohe Milch, Kräuter, getrocknete Pilze, Saucen, Desserts |
| Campylobacter spp. | Min.: 32 °C Opt.: 37-42 °C Max.: 47 °C | Huhn, Vögel, Schwein | Magenschmerzen, häufiger, blutiger Durchfall, hohes Fieber, Erbrechen (3-4 Wochen lang ansteckend!) | Geflügel, rohe Milch, potenziell kreuzkontaminierte Lebensmittel |
| <i>Clostridium perfringens</i> | Min.: 12 °C Opt.: 43-47 °C Max.: 52 °C | Boden, Innereien | Magenerkrankungen, Magenschmerzen, Erbrechen, Herz- und Gefäßsymptome | Fertiggerichte, Fleisch, Suppen, Saucen |
| <i>Clostridium botulinum</i> | Min.: 6 °C Opt.: 25-40 °C Max.: 50 °C | Boden, Sedimente aus Seen und Teichen | Botulismus (hitzeresistentes Nervengift, häufig tödlich) | Honig, hausgemachte proteinreiche Konserven, Schinken am Knochen, vakuumverpackte Fertiggerichte |
| Enterobacteriaceae | Min.: 0 °C Opt.: 30-37 °C Max.: 48 °C | Innereien | Vielzahl von Symptomen, da Enterobacteriaceae Indikatorkeime für eine pathogene Kontamination sind. | Milchprodukte, unbehandeltes Wasser, rohe Produkte, beschädigte Konserven |
| <i>Escherichia coli</i> | Min.: 7 °C Opt.: 30-37 °C Max.: 46 °C | Menschliche Innereien | Magenerkrankungen (Durchfall, Erbrechen) | Alle Produkte, die mit Händen in Kontakt kommen, nicht-pasteurisierte Lebensmittel, Fleischprodukte |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Min.: 7 °C Opt.: 35-37 °C Max.: 48 °C | Menschliche/tierische Haut und Schleim | Magenkrämpfe, Übelkeit, Durchfall, Erbrechen (hitzeresistentes Toxin!) | Vorbereitete, erwärmbare Produkte, Produkte, deren Kühlkette unterbrochen wurde (z.B. Kartoffelsalat, |

14 Mikroorganismen und Lebensmittel

| | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | Pasteten) |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | Min.: 0°C Opt.: 30-37°C Max.: 45°C | Boden, Pflanzen, Tiere | Listeriose, Meningitis, (zu 25% tödlich) | Rohe Milchprodukte, Räucherfisch, Salami, rohes Gemüse |
| Salmonella | Min.: 4°C Opt.: 35-37°C Max.: 47°C | Innereien | Hohes Fieber, Durchfall, Erbrechen | Gerichte mit rohen Eiern, halbgares Fleisch, Meeresfrüchte, Gemüseprodukte |
| <i>Aspergillus niger</i> | Min.: 6°C Opt.: 35-37°C Max.: 47°C | unspezifisch | Aspergillose (invasive allergische Lungenaspergillose) | Brot, Kartoffeln, Reis, Getreide, rohe Früchte und Gemüse |
| <i>Aspergillus fumigatus</i> | Min.: 12°C Opt.: 37-43°C Max.: 57°C | unspezifisch | Aspergillose (invasive allergische Lungenaspergillose) | Brot, Kartoffeln, Reis, Getreide, rohe Früchte und Gemüse |

