

2 Kontaminationsquellen und Kontaminationsprozesse KLEER

Die Verunreinigung von Lebensmitteln mit Mikroorganismen bezeichnen wir als **mikrobielle Kontamination**. Der Begriff Infektion, wenn auch bisweilen selbst in der Fachliteratur zu finden, ist in diesem Zusammenhang unzutreffend, da stets nur ein lebender Organismus, nicht aber totes Gewebe infiziert sein kann. Wie wir gesehen haben, ist die mikrobielle Verunreinigung in der Regel unerwünscht und ihre Vermeidung ein wichtiges Anliegen der Lebensmittelhygiene. Das Ausmaß der Kontamination eines Lebensmittels steht nämlich in direktem Zusammenhang zu seiner Haltbarkeit. Starke Kontamination wird stets zu einem hohen Anfangskeimgehalt (Initialkeimgehalt) führen und somit mikrobielle Verderbsprozesse beschleunigen.

Die Quellen für die mikrobielle Kontamination von Lebensmitteln sind ausgesprochen vielfältig.

Von **primärer Kontamination** sprechen wir, wenn die Keime schon im lebenden Tier in Organe oder Sekrete gelangen, die später als Lebensmittel gewonnen werden (Fleisch, Innereien, Eier, Milch usw.). Beim gesunden Tier ist das in der Regel ausgeschlossen, da seine Abwehrmechanismen die mikrobielle Besiedlung von Muskulatur und Organen verhindern. Klinisch apparent an Zoonosen und anderen Infektionen erkrankte Schlachttiere können aber pathogene Keime in bestimmten Organsystemen oder im gesamten Organismus beherbergen, wenn eine Septikämie vorliegt. In der Regel werden diese Tiere allerdings bei der Schlachttier- und Fleischuntersuchung auffällig. Milchkühe, die an mikrobiell verursachten Mastitiden leiden, scheiden die Erreger mit der Milch aus. Aber auch bei gesundem Euter wird die Milch bereits kontaminiert, wenn sie die Zisterne und insbesondere den Strichkanal passiert, da diese anatomischen Strukturen stets mikrobiell besiedelt sind.

Eine primäre Kontamination kann auch über sog. **Translokation** zu Stande kommen [FEHLHABER & ALTER 1999, SEIDLER et al. 2001]. In besonders intensiven Stresssituationen, während der Schlachtung, Betäubung und Entblutung von Tieren, aber auch schon während einer vorangegangenen starken

Transportbelastung, kann es zu einer erhöhten Durchlässigkeit der Darmwand für Mikroorganismen und einer eingeschränkten Immunabwehr kommen. In dieser Situation kann es Keimen (auch pathogenen Keime, die hier inapparent vorkommen können) gelingen, aus dem Darmlumen bis in die Lymphbahnen vorzudringen, von wo sie mit dem Blutstrom bis in die physiologischerweise keimfreie Muskulatur und andere essbare Gewebe verschleppt werden können. Die betroffenen Tiere werden bei der Schlachttier- und Fleischuntersuchung nicht auffällig, da klinische und pathologisch-anatomische Hinweise auf die zu Stande gekommene Bakteriämie fehlen.

Die **sekundäre Kontamination** umfasst alle Quellen, die außerhalb des lebenden tierischen Organismus liegen. Sie kann direkt (z. B. Hand des Menschen → Lebensmittel) oder indirekt (z. B. Haut des Schlachttiers → Messer → Muskulatur) erfolgen und kommt vor allem bei der Gewinnung der Lebensmittel zu Stande.

Tier und Mensch spielen für die sekundäre Kontamination eine bedeutsame Rolle. Ihre Haut und die Schleimhäute von Mund- und Nasenhöhle sind physiologischerweise mit Staphylokokken, Mikrokokken, Streptokokken, Hefen und Pseudomonaden besiedelt. Sekrettröpfchen aus Mund- und Nasenhöhle sind stark keimhaltig: im Speichel finden sich bis zu 10^7 , bisweilen gar 10^9 , im Nasenschleim 10^3 bis 10^4 KbE pro ml. Die Keimdichte der Haut ist je nach Körperregion unterschiedlich: Kopfhaut 10^6 , Stirn 10^4 , Arm und Handflächen 10^2 bis 10^3 KbE pro cm^2 . Bei Tieren kommt es durch Staub- und Fäkalien-Verunreinigungen regelmäßig zu zusätzlichen mikrobiellen Belastungen von Haut und Haaren. Bei mangelnder persönlicher Hygiene trifft das aber auch auf den Menschen zu. Von herausragender Bedeutung ist die fäkale Kontamination, schließlich beträgt die Keimdichte im Colon beim Menschen wie beim Tier 10^{10} bis 10^{12} KbE pro g Darminhalt. Bereits kleinste Kotpartikel können also beträchtliche Kontaminationen bewirken. Die Fäkalflora umfasst u. a. Enterobakteriaceen (insbesondere *E. coli*), *Micrococcaceae*, Laktobazillen, Enterokokken, Hefen, einige *Bacillus*- und *Clostridium*-Arten (Letztere allerdings in eher geringer Menge).

Art und Dichte der Kontamination der Hände, mit denen Lebensmittel ja am ehesten in Berührung kommen, sind deutlich durch die Art der manuellen

Tätigkeit geprägt. Das Waschen der Hände kann den Keimgehalt nur um 1 bis 2 Zehnerpotenzen mindern, für eine deutliche Reduktion ist die Desinfektion der Hände erforderlich. Es ist wichtig, diese Zusammenhänge dem Personal zu vermitteln, da es den Keimgehalt auf optisch sauberen Flächen oder Händen sehr stark unterschätzt.

Insekten, Nager und anderes Ungeziefer, Wild- und Haustiere, die an Lebensmittel gelangen, können alle Arten von Mikroben übertragen, mit denen sie selbst infiziert oder in bloßem Kontakt gewesen sind. Das Risiko einer Kontamination mit pathogenen Erregern ist hierbei besonders groß.

Eine weitere wichtige Quelle der sekundären Kontamination ist der **Erdboden**, der in den oberen, an organischem Material reichen Schichten 10^8 bis 10^{10} Mikroben pro Gramm enthalten kann, wobei aerobe und anaerobe Sporenbildner sowie Schimmelpilzarten dominieren. Keime fäkalen Ursprungs kommen hinzu, wo der Boden natürlich gedüngt worden ist. Im Boden oder bodennah wachsende Pflanzen werden während der Ernte stets besonders stark mit Erdbodenpartikeln verschmutzt. Nicht zu unterschätzen sind die Erdverunreinigungen, die mit Gewürzen in Lebensmittel verbracht werden. Erdbodenpartikel im Staub können freilich auch andere Lebensmittel mit den genannten Keimgruppen kontaminieren.

Wasser: Dichte und Zusammensetzung der Mikroflora von natürlichen Gewässern sind in erster Linie von deren Nährstoffgehalt und Temperatur (in gemäßigten Regionen also auch von der Jahreszeit) abhängig. Während Quell- und Grundwasser mit ca. 10^2 KBE pro ml relativ keimarm sind, liegen die Keimdichten bei Flusswasser im Bereich von 10^4 Keimen pro ml, in Seen in der Regel noch höher. Meerwasser ist nur in den küstennahen Regionen durch die Belastung mit Abwässern mit bis zu 10^5 Keimen pro ml stark mikrobiell kontaminiert, nicht jedoch auf offener See. Zur Mikroflora der natürlichen Gewässer gehören insbesondere bewegliche psychrotrophe Keimgruppen wie Pseudomonaden, *Vibrio* spp. und andere gramnegative Keime. Enterobakteriaceen kommen dort, wo Abwässer eingeleitet werden, in hohen Dichten vor. In Kühl- oder Spülwasser sowie in Wasserlachen auf nicht ausreichend getrockneten Gegenständen können sich insbesondere Pseudomonaden schnell vermehren.

Die **Luft** spielt als Kontaminationsquelle eine viel geringere Rolle als häufig angenommen. Die Keimdichten erreichen selten Werte im Bereich von 10^3 KbE pro m^3 . Selbst bei starker Belastung mit Staub liegen die Luftkeimzahlen gewöhnlich unter $10^5/\text{m}^3$. In staubhaltiger Luft finden sich insbesondere aerobe Sporenbildner in vegetativer und versporter Form sowie Schimmelpilzsporen. Schimmelpilze können in der Luft zu einem ernstem Problem werden, insbesondere in ständig feuchten Räumen (Kühlräume!), da hier ein Mikroklima herrscht, das ihre Vermehrung besonders fördert. Luft kann auch mit keimhaltigen Aerosolen beladen sein, wie sie z. B. beim Husten oder Niesen entstehen. Die Flüssigkeitströpfchen halten sich stundenlang in der Luft schwebend und können durch Luftbewegungen transportiert werden. Das Bespritzen von Gullys mit Hochdruckreinigungsgeräten kann über solche Aerosolbildung weite Bereiche eines Betriebes mit Keimen aus Abflüssen (wie z. B. Listerien) kontaminieren.

Werden Keime von einem Lebensmittel auf ein anderes übertragen (z. B. von rohem Geflügelfleisch auf Brühwurst, auch wenn diese Übertragung indirekt über ein Messer erfolgt) spricht man von **Kreuzkontamination**; wird ein zuvor z. B. durch Erhitzen keimfrei gemachtes Lebensmittel nach diesem dekontaminierenden Prozessschritt mit Mikroorganismen verunreinigt, von **Rekontamination** oder **post process contamination** (bisweilen wird der Begriff **tertiäre Kontamination** synonym gebraucht).

Literatur

FEHLHABER, K.; ALTER, T. (1999): Mikrobielle Folgen prämortaler Belastungen bei Schlachtschweinen. *Fleischwirtsch.* **79**: 86–90

FEHLHABER K.; JANETSCHKE, P. (1992): Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene. 1. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart

SEIDLER, T.; ALTER, T.; KRÜGER, M.; FEHLHABER, K. (2001): Transport stress – consequences for bacterial translocation, endogenous contamination and bactericidal activity of serum of slaughter pigs. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **114**: 375–7

SINELL, H.-J. (2004): Einführung in die Lebensmittelhygiene. 4. Aufl., Paul Parey, Stuttgart

TIMMERMANN, H.M.; KONING, C.J.M.; MULDER, L.; ROMBOUTS, F.M.; BEYNEN, A.C. (2004): Monostrain, multistain and multispecies probiotics – A comparison of functionality and efficacy. *Int. J. Food Microbiology* **96**: 219–33

[Lesen Sie mehr im Handbuch "Lebensmittelhygiene"](#)
