



Allgemeine Anmerkungen zu STEC – shigatoxinbildenden E.coli

Diejenigen STEC-Keime, die in der Lage sind, schwere Erkrankungen /Nierenschädigungen („hämorrhagischen Syndrom“) hervorzurufen, werden unter der Gruppe *EHEC* zusammengefasst. Am bekanntesten ist der Serotyp **O157**. Nun gibt es zwischenzeitlich jedoch noch einige weitere Serotypen (026, 091, 0103, 0145), wobei ständig neue Biovare entdeckt und isoliert werden.

Da dem so ist, d.h., da aktuell laufend neue STEC/EHEC Serovare nachgewiesen werden und man überhaupt nicht weiß, wie viele pathogene STEC/EHEC Serovare es gibt, werden aktuell sämtliche STEC Keime als potentiell pathogene EHEC Bakterien angesehen. (Empfehlung des RKI, Robert Koch Institutes, vergleichbar mit der AGES)

Tatsächlich ist nur ein geringer Anteil krankmachend (man spricht von ~ 20%). Überwiegend sind es STEC Keime mit dem STX 2 Gen, die als kritisch – i.b. in Verbindung mit positivem eae-Gen – anzusehen sind.

Vorkommen – Relevanz

STEC-Keime konnten bis dato – sowohl in Milch als auch bei Fleisch – überwiegend (bei uns ausschließlich) in unzureichend (< 70°C) erhitzten Milchprodukten, d.h. in Rohmilchkäsen nachgewiesen werden. Hier handelt es sich – ähnlich wie bei *Staph.aureus* – primär um ein Rohmilchproblem .

Wir können auch nicht von einem „Hygieneproblem“ sprechen – es gibt keinerlei Zusammenhang zwischen Enterobakterien-/E.coli Belastung von Milch und Käse und dem Nachweis von STX Genen. Es ist eher so, dass man bei automatisierten Melksystemen (Melkroboter), wo die Milch äußerst keimarm ist, bisweilen nicht nur ein stärkeres Listerienproblem hat, sondern scheinbar auch STEC Keime häufiger nachweisen kann..

- ☛ STEC sind Darmkeime. So ist bisweilen ein Futterwechsel – verbunden mit stärkeren Durchfallerscheinungen – kritisch.

Sollte man in Rohmilch STX Gene nachweisen, so empfehlen wir, die Milch auf mind. 68°C zu erhitzen – diese Maßnahme ist bis dato sehr effektiv.

1. Erhitzung-Thermisierung

STEC Keime haben eine vergleichbare Temperaturreistenz wie E.coli. Bei Temperaturen von 72°C/2-4'' erfolgt eine hinreichende Inaktivierung (6-7 log Stufen). Weniger stark ist die Keimreduktion bei 68°C – aber auch diese Temperaturen sind ausreichend, damit die thermisierte Milch in 100 ml coliformenfrei ist. Phosphatase ist bei dieser Bedingung in der Regel noch nachweisbar. Die Erfahrung zeigt, dass bei Thermisierung ein Coliformen-/E.coli-Gehalt von < 100 kbE/g im Käse realisierbar ist – vorausgesetzt, dass die Anlagen i.O. sind und die Kulturenkeime einwandfrei säuern.

2. HACCP-Maßnahmen

Bei der Käseherstellung aus past. Milch garantiert die Erhitzung (72-74°C, 2-4''), dass potentiell pathogene Darmkeime (STEC) und auch Listerien ausreichend inaktiviert werden. Dieser CCP ist kontrollierbar. Bei Abweichung ist eine sofortige Korrektur möglich.

Bei der traditionellen Hartkäseherstellung aus Rohmilch wird mit vergleichsweise hohen Nachwärm-/Brenntemperaturen (50-58°C) gearbeitet. Traditionell wird weiterhin mit sog. „*Rohmisch-/Sirtenkulturen*“ gearbeitet. In Italien: häufig noch mit sog. Rohmilchflora-Kulturen, genannt *Latte innesto* (etwa bei traditionellem Mozzarella).

Bei der Fabrikation von Rohmilchhartkäsen fungiert daher vor allem die Nachwärmtemperatur als sog. „CCP“. Bei sog. Halbhartkäsen in erster Linie die Säuerung.

- Wird 2h nach Abfüllung eine Temperatur von ~ 48°C in der Käserandzone nicht unterschritten, so ist zumindest gewährleistet, dass gramnegative, potentiell pathogene Kontaminanten (vor allem Enterobakterien) hinreichend inaktiviert sind. Solche Käse sind häufig *phosphatasenegativ* – eben auf Grund der in Summe rel. langen/intensiven Wärmeeinwirkung.
- Wird weniger hoch nachgewärmt, so fungiert zusätzlich die Säuerung, der Säuerungsverlauf im Käse (unmittelbar nach Portionierung) als *Kontrollinstrumentarium im Sinne des HACCP*: So sollte für jede Käsesorte ein betriebsspezifisches Säuerungsprofil erarbeitet werden – wie pH beim Einlaben, beim Abfüllen (in Molke) und 2h nach Portionierung, pH-Werte von Salzbad. Abweichung von den Richt-/Sollwerten ist ein Hinweis für ein Säuerungsproblem (Hemmstoffe, Bakteriophagen ...). D.h., solche Käse sind lt. HACCP prophylaktisch auf E.coli und koagulase positive Staphylokokken zu untersuchen.

Bei Schnitt-, bzw. sog. *Halbhartkäsen aus Rohmilch* garantiert genau genommen nur die Säuerung, dass es unmittelbar bei der Fabrikation zu keiner stärkeren Fremdkeimvermehrung (wie Enterobakterien, E.coli, STEC) kommt.

Weiterhin: Die Keimvermehrung an sich, im Käse kann durch Maßnahmen/Faktoren, wie

- Niedriger Wassergehalt (<40%)
- Hoher Kochsalzgehalt (> 4,5% in der wässrigen Phase)
- Tiefe pH-Werte (5,10-5,20)
- Tiefe Reifetemperaturen
- Lange Auslagerung (> 3 Monate)

reduziert werden.

Erzeuger-Beratung

STEC Keime sind **Coliforme**. D.h., hier handelt es sich um Darmkeime, die in erhöhter Anzahl bei Durchfallerkrankungen im **Kot** der Kuh nachweisbar sind. Ursache hierfür sind bisweilen Fütterungsfehler, wie energetische Unterversorgung. Auch Gras, das eher am Spätnachmittag gemäht, geworben wird, kann zu Durchfall führen.

So konnten wir feststellen, dass zwischen dem Vorkommen von STEC und dem Enterobakterien- bzw. Coliformengehalt im allgemeinen kein Zusammenhang besteht. So haben „Roboter-Betriebe“ bisweilen sehr niedrige (< 10.000 kbE/ml, < 10 E.coli/ml) Keimzahlen, sind jedoch nicht selten sowohl was STEC als auch Listerien anbelangt positiv. Hier dürfte mit Bestimmtheit die Beschaffenheit des Melk-/Roboterstandes (Kot-Wasser) eine Rolle spielen.

Die Landwirte – auch Bio- und Heumilchbetriebe – sind auf die Bedeutung eines ausreichend hohen Rohfaseranteiles (mind. 16%) in der Wiederkäuerration hinzuweisen. Dies ist bei Hochleistungskühen, die einen höheren Grundbedarf an Stärke-/Energieeinheiten benötigen, häufig nicht mehr so einfach. Vor diesem Hintergrund ist es von Vorteil, *Heu von guter-erstklassiger Qualität zu werben*. Häufig ist dies in niederschlagsreichen Regionen, wie etwa Tirol nur bei Einsatz von Heutrocknungsanlagen zu realisieren.

Weiterhin: Bei den Landwirten ist eine Zunahme von Coliformen-Mastitiden zu beobachten. Grund ist die Züchtung auf Melkbarkeit, aber auch der stärkere Kontaminationsdruck in Melkständen (nasser Kot ...!). So ist es auch verständlich, dass nicht selten bei automatisierten Melksystemen deutlich erhöhte Fremdkeimgehalte (Enterobakterien, aber auch Listerien) feststellbar sind. Diese Betriebe sind möglicherweise ein *Hazzard*.

Bio-Betriebe:

In Bio-Betrieben, bei extensiver Viehhaltung ist bisweilen ein erhöhter Eintrag an kotassoziierten Keimgruppen (Enterobakterien, sulfitreduzierende Clostridien ...) zu beobachten, Dies dürfte in erster Linie auf die hier gegebenen speziellen Haltungsbedingungen – wie Freilauf, Morast, Tieflaufställe, Tretmistböden ...) zurückzuführen sein. Offen ist, inwieweit zusätzlich der Einsatz von alternativen Verfahren (EM - Mikroorganismen) bei der Euterreinigung, beim Zitzendippen oder bei der Reinigung generell das Enterobakterien-Risiko verstärken. Wir empfehlen daher den EM-Einsatz ausschließlich im Bereich Silierung und Güllebereitung.

Wichtig: Euterreinigung – erst feucht dann trocken. Die Zwischenreinigung/Zitzentauchen in Peressigsäurelösung ist bei Problemen zu empfehlen.

STEC sind normale Coliforme: D.h., diese Keime siedeln sich gerne in Milch-Wasserresten an. Es ist daher zu empfehlen, vor dem Melken die Anlage nochmals frei zu spülen (mit Wasser, < 40°C).

Es ist auf jeden Fall sinnvoll, bei Betrieben, die bei dem STEC Monitoring auffällig waren, Verfolgspuren von Melkanlage und Tank zu nehmen.

Personal

Viele Personen sind Ausscheider und Träger von sog. STEC Keimen, ohne selbst zu erkranken. D.h., in Betrieben, wo die Milch STEC haltig ist, wäre eine Stuhluntersuchung auf sinnvoll. Offen ist in solchen Fällen die Kontaminationskette. Zumindest ist es nicht selten, dass in Betrieben, wo STEC im Kot, in der Milch nachweisbar ist, auch im Betrieb beschäftigte Personen diese Keime haben.

Innerbetriebliche Maßnahmen – für den Fall, dass STEC im Käse nachweisbar sind

STEC Keime sind im weitesten Sinne Coliforme, deren Erbgut sich verändert hat. Ein Teil dieser Keime – die sog. *enterohämorrhagischen Typen* - sind krankmachend.

Unter dem Sammelbegriff *Coliforme* werden Enterobakterien zusammengefasst, die in der Lage sind, Laktose unter Säure – (und Gasbildung) abzubauen. D.h., diese Keime lieben die Milch und siedeln sich daher gerne in einem laktosehaltigen Milieu an.

So zeigten die von uns durchgeführten Stufenkontrollen in verschiedenen Käsereibetrieben/Erzeugerbetrieben, dass

- erhöhte Coliformenkeimzahlen im Käse in erster Linie ein Kontaminationsproblem darstellen – vor allem bei Verarbeitung von erhitzter Milch.

- Coliforme reichern sich in reinigungsunzugänglichen Stellen (Dichtungen, Verschraubungen, Reinigungsschatten, Pumpen, Totstellen, Restwasser...) an. Vor diesem Hintergrund ist es daher notwendig, mit ausreichend hohen Temperaturen (von Vorteil sind - in älteren Betrieben – Laugetemperaturen von 80°C) zu reinigen. Die Anlagen sind zu dämpfen bzw. mit Peressigsäure zu desinfizieren. Diese Maßnahme ist vor allem in Hinblick Phageninaktivierung sinnvoll.
- Kritisch ist mit Sicherheit auch der Sachverhalt, dass die Rohmilch heute vielfach über längere (>2 Tage) Zeiträume gekühlt überstapelt, vorgelagert wird. Besser wäre es, die Milch sofort zu thermisieren und in einwandfrei zu reinigenden Tanks zwischenzulagern.
- Enterobakterien/Coliforme und somit auch shigatoxinbildende E.coli sind sehr häufig Bestandteil des Fäces, des Kots. Kritisch sind somit unzureichend entmistete Laufställe („Schubstangen“) oder gar Tretmist-Aufstellungen mit ungenügender Stroheinstreu. Hier gelangen Coliforme und somit auch STEC Keime auf die Euterhaut, aber auch in die Zitze – vor allem bei Kühen mit guter „Melkbarkeit“. Letzteres ist die Voraussetzung für automatisiertes Melken (Roboter).
- Die Milch von automatisierten Melksystemen („AMS“) weist häufig nur eine äußerst geringe Keimbelastung auf. Ursache dürfte der Sachverhalt sein, dass nach jedem Melkvorgang eine Reinigung erfolgt. Trotz Enterobakterien-, speziell E.colifreiheit (< 10 kbE/ml) ist in „Robotermilch“ häufiger STEC nachweisbar. Man vermutet, dass dies auf den nassen, bisweilen verkoteten Melkstand zurückzuführen ist ... Je nach Euter erfolgt bodennahe Kontakt des Melkzeuges. Ganz kritisch ist Melkzeugt, was abfällt!
- Es ist kaum zu vermeiden, dass man STEC Keime auch in der Salzlake nachweisen kann, sofern hier eine mit STEC Keimen belastete Rohmilch verarbeitet wurde und diese Keime dann auch im Käse nachweisbar sind. Über die Molke gelangen diese Keime in die Lake. In Salzlaken – mit Salzgehalten von > 18°BE und somit a_w Werten von $\sim 0,70$ – können sich STEC Keime nicht vermehren, sterben jedoch nicht unbedingt sehr rasch ab – zumindest könnten diese Keime auch über 7 Tage in der Lage persistieren. Somit empfehlen wir, Käse aus Rohmilch und past. Milch – auch in Hinblick Listeria monozytogenes – in getrennten Becken zu salzen.

Hergatz, im Januar 2025

Dr. Josef Hübner
Institutsleitung



Grenzwertdiskussion in Hinblick auf das Vorkommen von pathogenen *E.coli* (EHEC)

Der hygienische, vor allem reinigungstechnische Aufwand ist heute zweifelsohne höher als früher – sowohl beim Landwirt als auch beim Verarbeiter.

Vielfach wird jedoch übersehen, dass das Vorkommen und die Vermehrung unerwünschter Keime kein ausschließliches Kontaminations- bzw. Hygieneproblem darstellt. Bei der Herstellung von Naturkäse spielen die Kulturenkeime – die verwendete Säuerungs- und Reifeflora – eine ebenso große Rolle, und zwar als „Schutzflora“.

Vielfach werden die Kulturen der jeweiligen Käsereitechnologie nicht angepasst. Die Kulturenkeime sollen nicht nur rasch säuern, sondern auch weitestgehend dafür Sorge tragen, dass die Käse so wenig wie möglich Restzucker enthalten. Ist dies nicht der Fall, so ist eine Vermehrung der Schadkeim-/Anlageflora kaum zu vermeiden. In diesem Zusammenhang spielen phagenverursachte Säuerungstörungen, die Verarbeitung von säuerungsträger, überlagerter Milch oder auch inaktive Kulturen eine große Rolle.

Nach wie vor dürfte die „Weisheit“ aus älteren Fachbüchern, wo man die Milch-Mikrobiologie grob in 2 Bereiche einteilt, ihre Berechtigung haben. Zum einen haben wir es mit den eher nützlichen Milch-/Darmkeimen, zum anderen in einem zunehmendem Maße mit schädlichen Keimen aus dem „wässrigen“ (Anlage-) Milieu zu tun. Enterobakterien/Coliforme/STEC Keime sind Darmkeime – stellen in einem gesundem Darm jedoch kein Problem dar. Fütterungsfehler – etwa „Grasdiäten“, proteinreiche Kost – führen zu Durchfallerscheinungen und somit auch zu einer Floraverschiebung innerhalb der Gruppe „Enterobacteriaceae“. So kann es vorkommen, dass man auch in quasi keimfreier Milch ($< 5000 \text{ kbE/ml}$, $< 10 \text{ Enterobakterien/ml}$) STEC Keime nachweisen kann.

Viele gramnegative Keime wachsen bevorzugt im wässrigen Milieu, auf feuchten Oberflächen. Gramnegative Keime haben einen anderen Zellwandaufbau (hier : Anwesenheit von Lipopolysacchariden) als grampositive Bakterien (Streptokokken, Laktobazillen, etc.) und sind u.a. deswegen häufig schwieriger mit den üblichen oxidativ wirkenden Desinfektionsmitteln zu bekämpfen. D.h., Desinfektionsmaßnahmen sind sinnvoll, allerdings sollte Sorge getragen werden, dass vor der Desinfektion die Anlagen frei von Produktresten sind und eine ausreichende Aktivität der Desinfektionskomponente (richtige Dosagen!) gegeben ist. Das früher verwendete „Feucht-Dampf-Desinfektionsverfahren“ dürfte daher nach wie vor noch am effektivsten sein.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass die Anzahl der lebensmittelbedingten Infektionen bei bestimmten Keimgruppen in den vergangenen Jahren eher zu- als abgenommen hat. (siehe Übersicht, zusammengestellt von Prof. Dr.Bülte auf Seminar in Frankfurt, Mai 2014) .Nun ist auch bei Listerien nach wie vor eine Zunahme bei den nahrungsmittelbedingten Infektionen feststellbar, obgleich die Listeriose im Tierbestand, vor allem beim Schaf, in den letzten Jahren deutlich abgenommen hat.

Lt. amtlicher Statistik ist auch bei STEC (shigatoxinbildende enterohämorrhagische *E.coli*) eine Zunahme zu beobachten. Hingegen bei den klassischen pathogenen Darmkeimen aus der Gruppe der *Cholera-* und *Typhusbakterien* sind die Erkrankungen in den vergangenen Jahren deutlich zurückgegangen - die dürfte im wesentlichen auf die Durchführung erfolgreicher Impfungsmaßnahmen zurückzuführen sein.

Dass nun die Situation bei den pathogenen E.coli Keimen bzw. im Bereich EHEC /STEC verursachten LM-Erkrankungen bei der Käsefabrikation anders aussieht, braucht nicht zu überraschen. So sind E.coli Keime häufig Bestandteil der Anlage, selbst in geschlossenen Systemen. D.h., aus dem Nachweis von E.coli – vor allem bei der Milchverarbeitung – ist nicht unbedingt ein Rückschluss auf eine fäkale Kontamination und somit den Eintrag potentiell pathogener (hitzesensibler) E.coli Darmkeime möglich..

Was nun den Bereich Käse anbelangt, so kann – zumindest für die Käseherstellung aus pasteurisierter Milch – Entwarnung gegeben werden. Bis dato liegen nur von Rohmilchkäsen positive STEC Befunde vor – größtenteils nachgewiesen mittels PCR Analytik.

Nach bisherigem Kenntnisstand darf die Erhitzung, die Pasteurisierung als ein ausreichendes Sicherheitskriterium – auf Grund unserer Untersuchungen auch die Thermisierung auf 65°C-68°C - angesehen werden. Zumindest gibt es keine dokumentierten STEC Fälle bei past.Milch Käsen.

Hergatz, im Januar 2023



Dr. Josef Hufner
Institutsleitung