

Gefährlich und riskant?

Bacillus cereus in Lebensmitteln

Burkhard Schütze

Gefahren und Erkrankungsrisiken für den Verbraucher sollten nicht allein von Laboruntersuchungen und der Überschreitung von Richt- und Warnwerten abhängig gemacht werden. Ein Überblick über alle relevanten Einflussgrößen und die entsprechende Einordnung.

Die Sicherheit von Lebensmitteln wird als selbstverständlich vorausgesetzt. Doch immer wieder gibt es durch Mikroorganismen verursachte lebensmittelbedingte Erkrankungen mit zum Teil vielen betroffenen Menschen. *Bacillus cereus* ist neben anderen (siehe Info-Kasten 1) ein Bakterium, das Erkrankungen und Krankheitsausbrüche herbeiführen kann. Schätzungsweise gehen 1,4 bis 12 Prozent der lebensmittelbedingten Ausbrüche auf das Konto von *B. cereus* (Grutsch et al., 2018).

B. cereus ist ein typisches Bodenbakterium und in der Umwelt weit verbreitet. Die durch *B. cereus* verursachten lebensmittelbedingten Erkrankungen – Erbrechen oder (und) Durchfall – verlaufen in der Regel milde und erfordern keine medizinische Be-

handlung. Sehr selten kann es zu tödlichen Krankheitsverläufen kommen (Naranjo et al., 2011; Shiota et al., 2010.) Die Erkrankungen durch *B. cereus* sind in Deutschland nicht meldepflichtig und werden beim Robert Koch-Institut statistisch nicht erfasst. Dementsprechend geben die in der Fachliteratur dokumentierten Daten vermutlich nur einen Teil der tatsächlichen Erkrankungen wieder.

Richt- und Warnwerte

Die meistens Ausbruchsfälle werden mit Konzentrationen von *Bacillus cereus* von über 10^5 KBE/g Lebensmittel in Verbindung gebracht. Die European Food Safety Authority (EFSA) empfiehlt, dass Konzentrationen von 10^3 – 10^5 präsumtive *Bacillus cereus* (siehe Info-Kasten 2) pro g Lebensmittel nicht überschritten werden sollten (EFSA, 2016). EU-weit gibt es außer bei getrockneter Säuglingsnahrung keine gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte für *B. cereus* in Lebensmitteln.

Liegen *Bacillus-cereus*-Konzentrationen in Lebensmitteln über den entsprechenden Warnwerten der Empfehlungen der DGHM (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie) (siehe Tab. 1), kommt es nicht selten mit den Herstellern, Handel,



Dr. Burkhard Schütze

Zur Person: Dipl.-Biologe, von der IHK zu Lübeck öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger (Mikrobiologie der Lebensmittel, Lebensmittelsicherheit, Lebensmittelbeurteilung), Laborleiter Fachbereich Lebensmittelanalytik, LADR GmbH, Geesthacht

akkreditiertem Labor und Behörden zu Diskussionen. Kann die Gesundheit von Verbrauchern durch den Verzehr solcher Lebensmittel beeinträchtigt sein? Dies muss abgewogen werden. Besonders kompliziert ist dies bei Lebensmitteln, für die keine Richt- und Warnwerte vorliegen. Bei Milch und Milchprodukten ist dies beispielsweise der Fall.

B. cereus: verschiedene Stämme – unterschiedliches Risiko

Die im Labor ermittelten Ergebnisse beziehen sich auf die Anzahl sogenannter präsumtiver *B. cereus*. Präsumtiv bedeutet, dass wahrscheinlich oder vermutlich Bakterien der *Bacillus cereus*-Gruppe vorliegen. Doch nicht alle Bakterien dieser Gruppe haben das Potenzial, Erkrankungen zu verursachen. Die Bakterien der *B. cereus*-Gruppe sind sehr eng miteinander verwandt und selbst mit molekularbiologischen Methoden schwer zu differenzieren. Mittlerweile (Stand 2021) werden insgesamt 17 eng verwandte Stämme der *B. cereus*-Gruppe zugeordnet. Im Labor werden diese in der Regel nicht unterschieden.

Erbrechen durch Gift

Innerhalb dieser Gruppe wird *B. cereus* sensu stricto die Fähigkeit zur Bildung des Toxins Cereulid zugeschrieben. Dieses Toxin kann Erbrechen verursachen. Laut BfR (Stellungnahme 048/2020) muss sich dazu der entsprechende *Bacillus cereus*-Stamm im betroffenen Lebensmittel bis zum Verzehr vermehrt haben. Die Cereulidproduktion erfolgt während der exponentiellen Wachstumsphase (ab ca. 10^5 KBE/g Lebensmittel) (Ceuppens et al., 2011). Diese

emetischen Stämme sind Träger des *ces*-Gens (Cereulid-Synthase-Gen) und werden hauptsächlich mit stärkehaltigen Lebensmitteln wie Reis, Nudeln und Gebäck in Verbindung gebracht.

Info-Kasten 1

TOP 10 – Bakterien, die lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche verursachen können

- *Bacillus cereus*
- *Campylobacter jejuni/coli*
- *Clostridium botulinum*
- *Clostridium perfringens*
- *Cronobacter* spp. (*sakazakii*)
- EHEC
- *Listeria monocytogenes*
- *Salmonella* spp.
- *Staphylococcus aureus*
- *Yersinia enterocolitica*

Info-Kasten 2

Präsumtive *Bacillus cereus* = *Bacillus cereus* sensu stricto *Bacillus cereus* sensu lato

Bacillus (*B.*) *anthracis*, *B. mycooides*, *B. pseudomycooides*, *B. thuringiensis*, *B. weihenstephanensis*, *B. cytotoxicus*, *B. toyonensis*, *B. paraanthracis*, *B. pacificus*, *B. tropicus*, *B. albus*, *B. mobilis*, *B. luti*, *B. proteolyticus*, *B. nitratireducens*, *B. paramycooides*

Seit 2018 wird *B. weihenstephanensis* der Spezies *B. mycooides* zugeordnet (Liu et al., 2018), siehe auch TRBA 466 „Einstufung von Prokaryonten (Bacteria und Archaea) in Risikogruppen“

B. thuringiensis wird weltweit als Biopestizid eingesetzt und wurde aus einer Vielzahl von Lebensmitteln isoliert. *B. thuringiensis* trägt häufig die Enterotoxingene *nhe*, *hbl* und *cytK-2*. *ces*-Gene konnten bislang nicht nachgewiesen werden (Hoton et al., 2009).

B. thuringiensis könnte daher auch lebensmittelbedingte Durchfallerkrankungen verursacht haben. Bislang ist wissenschaftlich nicht eindeutig geklärt, ob *B.-thuringiensis-assoziierte* Biopestizide ein Risiko für die öffentliche Gesundheit darstellen (EFSA, 2016).

Tab. 1 *Bacillus cereus* – Beurteilungskriterien. Lebensmittel, die > 10³ KBE/g oder ml präsumtive *B. cereus* enthalten, gelten als nicht sicher. Zur Risikobeurteilung sind differenzialdiagnostische Methoden einzusetzen.

	Bacillus cereus	Richtwert	Warnwert
1.2	Säuglingsnahrung 2073/2005 (in Revision)	5,00E+01	5,00E+02
1.1	aufgeschlagene Sahne	1,00E+02	1,00E+03
6.1	Kochprodukte, Trockensuppe	1,00E+02	1,00E+03
6.2	Instantprodukte	1,00E+02	1,00E+03
6.3	Trockenpilze	1,00E+02	1,00E+03
7.1	Sandwich, belegte Brötchen	1,00E+02	1,00E+03
7.2	TK-Gerichte, vor Verzehr zu garen	5,00E+02	1,00E+03
7.3	gegarte TK-Fertiggerichte	1,00E+02	1,00E+03
7.4	Speisen, verzehrfertig	1,00E+02	1,00E+03
7.5	Sushi	1,00E+02	1,00E+03
9.1	Getreidemehle (in Revision)	1,00E+02	1,00E+03
9.2	TK-Backwaren, verzehrfertig ohne Erhitzen	1,00E+02	1,00E+03
9.3	TK-Backwaren, roh, vor Verzehr zu erhitzen	1,00E+02	1,00E+03
9.4	TK-Pâtisserie, verzehrfertig ohne Erhitzen	1,00E+02	1,00E+03
9.5	Pâtisserieswaren mit nicht durchgebackener Füllung	1,00E+02	1,00E+03
9.6	Müslis und Flocken, mit ausschließlich hitzebehandelten Zutaten	1,00E+02	1,00E+03
9.7	Müslis und Flocken, mit hitzebehandelten und nicht hitzebehandelten Zutaten	1,00E+02	1,00E+03
10.1	Teigwaren, feucht, verpackt	1,00E+02	1,00E+03
11.1	Ölsaaten, roh, nicht gemahlen, verzehrfertig ohne Erhitzen	1,00E+02	1,00E+03
11.2 Entwurf	Trockenfrüchte	5,00E+02	1,00E+03
12.1	Mischsalate, abgepackte Ware	5,00E+02	1,00E+03
12.2	Keimlinge und Sprossen	1,00E+02	1,00E+03
12.3	Obst und Obstmischungen frisch verzehrfertig, abgepackt und nicht abgepackt	5,00E+02	1,00E+03
12.4 Entwurf	TK-Obst	1,00E+02	1,00E+03
12.5 Entwurf	TK-Gemüse	1,00E+02	1,00E+03
14.1 Entwurf	Speiseeis, lose Abgabe	1,00E+02	1,00E+03
8.2	Mayonnaisen, Dressings, Salatsoßen	1,00E+02	1,00E+03
10.3	Teigwaren, getrocknet	1,00E+03	1,00E+04
13.1	Kräuter, getrocknet	1,00E+03	1,00E+04

DGHM – mikrobiologische Richt- und Warnwerte von *Bacillus cereus* zur Beurteilung von Lebensmitteln (Sortierung: Warnwerte aufsteigend, Stand 2021-05). Der aktuelle Stand der DGHM Richt- und Warnwerte mit den entsprechenden Kommentaren und Fußnoten ist kostenpflichtig unter www.dghm-richt-warnwerte.de abrufbar.

» **Lebensmittelvergiftungen durch *B. cereus*, die zum Erbrechen führen, werden durch die Aufnahme des Toxins Cereulid verursacht.** «

Durchfall: Giftproduktion im Darm

Durchfallartige „Lebensmittelvergiftungen“ (Abb. 1) können auftreten, wenn Lebensmittel verzehrt werden, die insbesondere mit Sporen von *Bacillus cereus* belastet sind. Gelangen diese Sporen in den Darm, können sie sich gegebenenfalls vermehren und Enterotoxine produzieren, die dann den Durchfall verursachen. Enteropathogene Stämme können in allen Arten von Lebensmitteln einschließlich Milchprodukten, Ge-

müse, Fleischprodukten, Soßen, Suppen, Puddings, Gewürzen, Geflügel und Sprossen vorkommen.

Die Wahrscheinlichkeit zu erkranken ist das Ergebnis eines multifaktoriellen Prozesses. Das Erkrankungsrisiko ist abhängig von der Anzahl der *B. cereus*-Bakterien im Lebensmittel, dessen Konsistenz, der Fähigkeit der Bakterien und deren Sporen die Magenpassage zu überstehen, der Sporenkeimung und der Enterotoxinproduktion im Darm (Jessberger et al., 2020). Durchfall wird hauptsächlich durch drei Enterotoxine indu-

ziert, die zur Familie der porenbildenden Toxine (PFTs) gehören, darunter nicht-hämolytisches Enterotoxin (Nhe), Hämolysin BL (Hbl) und Cytolysin K (CytK). Die infektiöse Dosis wird auf 10^5 – 10^8 KBE/g vegetative Zellen oder Sporen geschätzt. Der Verlauf der Durchfallerkrankung ist überwiegend mild und – nach etwa 12 bis 24 Stunden – selbstlimitierend (Dietrich et al., 2021).

Darüber hinaus ist das Erkrankungsrisiko und der Krankheitsverlauf der Menschen, die mit *Bacillus cereus* belastete Lebensmittel verzehrt haben, abhängig von deren Gesamtkonstitution, Immunsystem, Alter, Ernährungsverhalten und weiteren Faktoren.

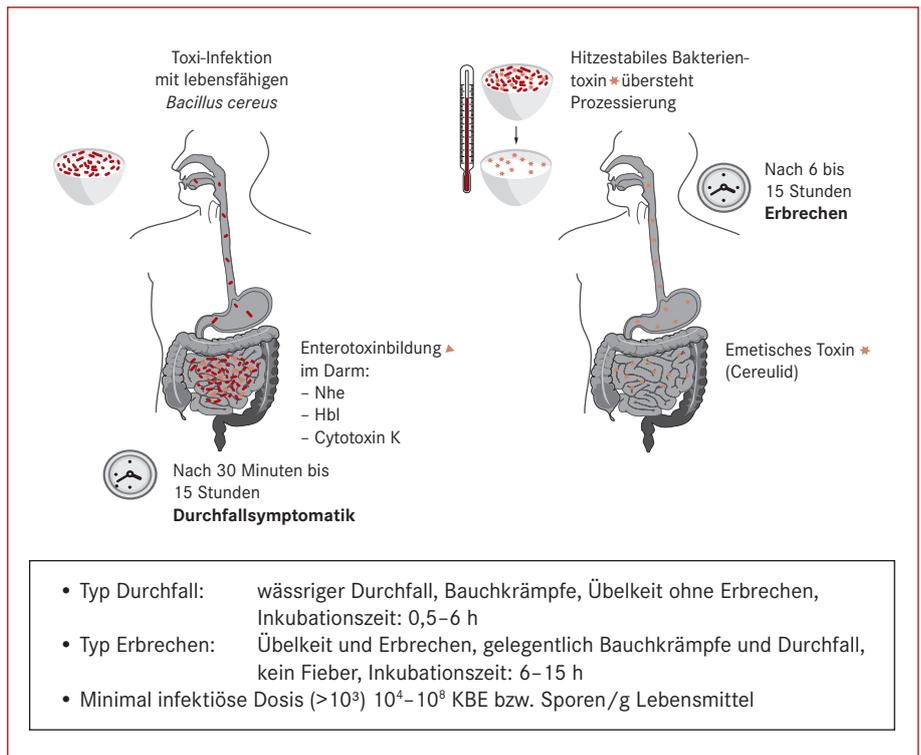


Abb. 1 Lebensmittelvergiftungen, die vor allem durch *B.-cereus*-Sporen ausgelöst werden (© LADR).

Kühlung: effizienter Schutz

Durch Einhaltung der Kühlung von Lebensmitteln, wie bei Milcherzeugnissen, lässt sich das Risiko der Toxinbildung vermindern. Sobald jedoch das Toxin Cereulid im Lebensmittel gebildet wurde, lässt es sich nicht eliminieren. Cereulid ist extrem hitzestabil (>120 min, 121 °C).

Bacillus cereus in Milch

Auch in Milch und Milchprodukten kann *B. cereus* vorkommen. Als typische Bodenbakterien können sie beim Melken in die Milch gelangen. Durch Pasteurisieren werden vegetative *B.-cereus*-Zellen zwar eliminiert, Sporen können diese Temperaturen allerdings überdauern. Die Pasteurisation reduziert die Begleitflora und kann das Auskeimen der Sporen aktivieren. Deshalb ist *B. cereus* häufiger in pasteurisierter Milch als in Rohmilch nachzuweisen. Die Fähigkeit von *B. cereus*, Biofilme zu bilden, kann zudem erhebliche Probleme in den technischen Anlagen verursachen. Werden in pasteurisierter Milch erhöhte *B. cereus*-Konzentrationen nachgewiesen, kann das auf Hygienemängel

der Milchverarbeitungsanlagen hindeuten. Eine hohe Anzahl von *Bacillus cereus* in Trinkmilch kann zudem deren Süßgerinnung verursachen und so zu nicht tolerierbaren sensorischen Qualitätsabweichungen führen.

Laut einem Bericht der EFSA (2016) erkrankten zwischen 2007 und 2014 durch Milch und Milchprodukte bei elf Ausbrüchen 65 Menschen. Dies entspricht 0,97 Prozent der Erkrankungsfälle der dortigen Untersuchung (siehe Abb. 2). Interessanterweise liegen zu diesen Ausbrüchen keine näheren Literaturdaten vor. In Frankreich erhobene Daten (ebenfalls 2007 bis 2014) von durch *B. cereus* induzierten lebensmittelbedingten Ausbrüchen belegen keinen Ausbruch, der auf den Verzehr von Milch oder Milchprodukten zurückgeführt werden konnte (Glasset et al., 2016.) In den dort untersuchten Lebensmitteln wurden zwischen 400 KBE/g und 10^8 KBE/g *B. cereus* nachgewiesen.

In China steigt der Milchkonsum und auch dort ist *B. cereus* ein Thema der Lebensmittelsicherheit. Von 2011 bis 2016

www.cem.de
Tel. +49 (0) 2902/9644-0

Der schnellste Muffelofen der Welt.
Feuchtemessung in 2 Minuten.
Extraktion, Aufschlüsse, Hydrolysen und Fettsäurebestimmung in der Mikrowelle: einfach und schnell.
Gehalte an Fett, Öl, und Eiweiss in nur 3 min.

CEM

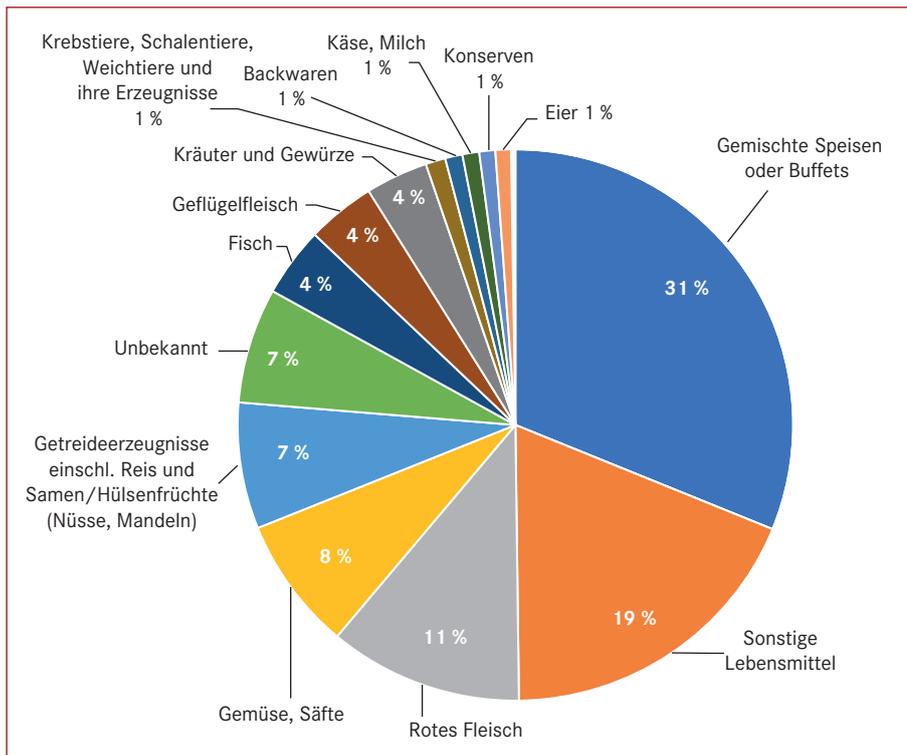


Abb. 2 *Bacillus cereus* in Lebensmittel bei Erkrankungsfällen (2007–2014). Die Abbildung wurde erstellt aus Daten „Risks for public health related to the presence of *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. including *Bacillus thuringiensis* in foodstuffs, doi: 10.2903/j.efsa.2016.452“. Die angegebenen Lebensmittelkategorien beinhalten ebenso Erzeugnisse daraus.

temperaturen $<8\text{ }^{\circ}\text{C}$ vermehren können. Um Erkrankungen wie Durchfall zu verursachen, müssen sich auch psychrotrophe *B.-cereus*-Stämme im Lebensmittel vermehren können. Bei niedrigen Temperaturen $<8\text{ }^{\circ}\text{C}$ benötigen Bakterien eine längere Zeit, um infektiöse Dosen zu erreichen, sie produzieren geringere Mengen an Toxinen und zeigen eine geringere zytotoxische Aktivität. Für die Beurteilung der Zytotoxizität isolierter *B.-cereus*-Stämme ist die alleinige Betrachtung der phylogenetischen Gruppen nicht ausreichend. Das Fehlen von Cereulid-Intoxikationsfällen oder -ausbrüchen durch psychrotrophe *B. cereus* ist vermutlich eine Folge ihrer Unfähigkeit, ausreichende Mengen an Cereulid zu produzieren, um eine Lebensmittelvergiftung auszulösen (Webb et al., 2019).

Bacillus cereus – immer gefährlich?

Der Sporeneintrag von *B. cereus* in Lebensmittel kann natürlicherweise und technologisch bedingt nicht vollständig vermieden werden. *Bacillus cereus* ist ein fakultativ humanpathogener Erreger, inwieweit deswegen eine Gefahr oder ein Erkrankungsrisiko für den Verbraucher besteht, kann und darf nicht allein von den Laboruntersuchungen präsumtiver *B. cereus* und der Überschreitung von Richt- und Warnwerten abhängig gemacht werden – zumal sich die in der Literatur genannten krankheitsauslösenden Konzentrationen des im Lebensmittel gebildeten Cereulids und der Toxi-Infektion durch Sporen unterscheiden.

Die Risikobewertungen von Lebensmitteln, die mit *B. cereus* belastet sind, sollten folglich mit dem nötigen fachlichen und mikrobiologischen Verständnis durchgeführt werden.

Bevor Salat, Sprossen, Milch oder andere Lebensmittel aufgrund der entsprechenden Anzahl präsumtiver *Bacillus cereus* vernich-

ermittelte Daten zeigen, dass etwa 27,1 Prozent der pasteurisierten Milch im Regal mit *B. cereus* befallen waren (Xiao-Ye et al., 2020). Trotz der hohen Prävalenz konnten keine Ausbrüche auf den Verzehr von Milch zurückgeführt werden.

B.-cereus-Stämme können in sieben phylogenetische Cluster eingeteilt werden. Diese Klassifizierung basierte in erster Linie auf dem Temperaturwachstumsbereich der untersuchten Stämme und kann durch die Toleranzgrenzen des pH-Wertes, des Natriumchloridgehalts, der Hitzebeständigkeit der Sporen und der Toxinproduktion ausgeweitet werden (Carlin et al., 2013). Mittels *panC*-Sequenzierung können diese phylogenetischen Gruppen unterschieden werden (Guinebretière et al., 2010). So können Aussagen darüber getroffen werden, ob es überhaupt wahrscheinlich ist, dass sich die Bakterienstämme beispielsweise bei Kühl-

» **Das ces-Gen ist für die Produktion des Toxins Cereulid erforderlich. Der Nachweis bedeutet allerdings nicht, dass das Gift auch gebildet wurde. Dafür muss das verdächtige Lebensmittel auf Cereulid selbst untersucht werden.** «

tet werden (sollen), sollten Gespräche aller Beteiligten und differenzierte Untersuchungen erfolgen. So können unnötige wirtschaftliche Schäden vermieden und die Lebensmittelsicherheit für den Verbraucher gewährleistet werden. Dank intensiver Forschung werden den akkreditierten Routinelaboren zukünftig hoffentlich neben den bereits bestehenden analytischen Möglichkeiten noch weitere wichtige und hilfreiche Verfahren zur Identifizierung der Virulenzfaktoren wie der Sphingomyelinase und Exoproteasen zur Risikobeurteilung von pathogenen *B. cereus* zur Verfügung stehen (Jessberger et al., 2019; Oda et al., 2020).

Meldung

■ Neues nationales Referenzlabor für Aromen und Zusatzstoffe am BfR

Im September 2021 wurde am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ein neues Nationales Referenzlabor für Lebensmittelzusatzstoffe und Aromen eingerichtet, das bei der Entwicklung einschlägiger Analyseverfahren und deren Standardisierung mitwirken soll. Es unterstützt damit die Arbeit der Überwachungsbehörden der Bundesländer. Angesichts der insgesamt rund 320 zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe und etwa 2 500 Aromastoffe, die in Lebensmitteln grundsätzlich Einsatz finden dürfen, gibt es bislang vergleichsweise wenige Standardverfahren für die Analyse der betreffenden Stoffe und Stoffgemische. Ihre systematische Überwachung in Deutschland und der EU ist daher nur eingeschränkt möglich. Das soll sich durch das neue Referenzlabor ändern.

(Rempe)

Ihr GRATIS E-Book als Geschenk Belehrungspflicht nach § 43 IFSG sicher erfüllen

Erfüllen Sie Ihre Belehrungspflicht nach § 43 Infektionsschutzgesetz mit Ihrem **KOSTENFREIEN** E-Book „Das Infektionsschutzgesetz schnell und einfach umgesetzt“.

- ✓ Schulungs-Charts: Starten Sie sofort Ihre Schulung
- ✓ Folien-Erläuterung: Ergänzende Informationen, damit Ihre Mitarbeiter die Inhalte noch besser verstehen – und umsetzen
- ✓ Fachwissen: Um bei Rückfragen sicher die Antwort zu geben
- ✓ Zertifikat: Zur Dokumentation Ihrer Schulung gegenüber Auditoren und Lebensmittelkontrolleuren

Wählen Sie **ZUSÄTZLICH** die von Ihnen gewünschten ebenfalls **KOSTENFREIEN** E-Mail-Infodienste zu: „Lebensmittelhygiene“ und „Lebensmittelrecht“.

Tragen Sie sich jetzt für das **GRATIS** E-Book mit dem Schulungs-Modul und die **GRATIS** E-Mail-Infodienste ein:

www.behrs.de/news



» Präsuntive *B. cereus* können mittels klassischer mikrobiologischer Verfahren quantitativ bestimmt werden. Allein aus der ermittelten Anzahl von *B. cereus* sind keine Aussagen über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Lebensmittelintoxikationen oder Toxi-Infektionen möglich, es besteht kein eindeutiger Zusammenhang. Werte $>10^5$ bis 10^8 KBE/g *B. cereus* gelten allerdings als geschätzte Schwelle zur Toxinproduktion. Werte $<10^3$ KBE/g Lebensmittel werden als tolerabel eingestuft. Äußere Faktoren wie Temperatur, Sauerstoffverfügbarkeit und Nährstoffe, aw- und pH-Wert können die Toxinproduktion beeinflussen (Jovanovic et al., 2021). «

Nachweisverfahren im Labor

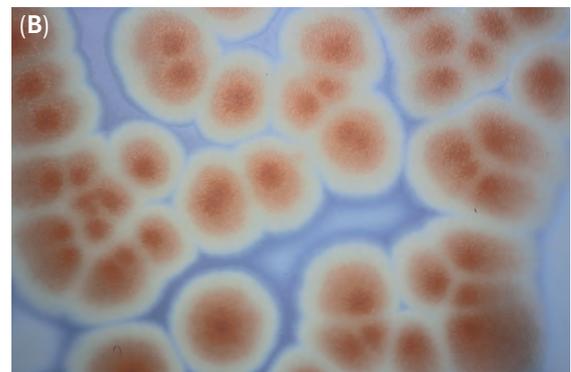
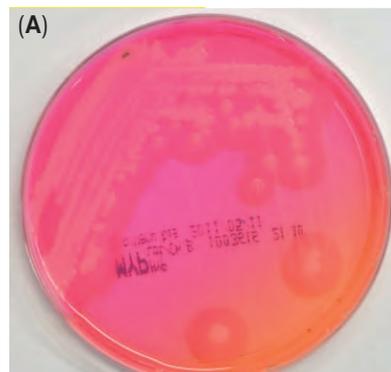
§ 64 LFGB L 00.00-33; 2021: Horizontales Verfahren zur Zählung von präsuntiven *Bacillus cereus*, Koloniezählverfahren bei 30 °C, MYP-Agar (Foto A)

Bei pflanzlichen Lebensmitteln kann die mitunter starke natürliche Begleitflora die Auswertung erschweren. Chromogene Medien, zum Beispiel BACARA™ (validiert nach ISO 16140), können die Auswertung erleichtern (Foto B).

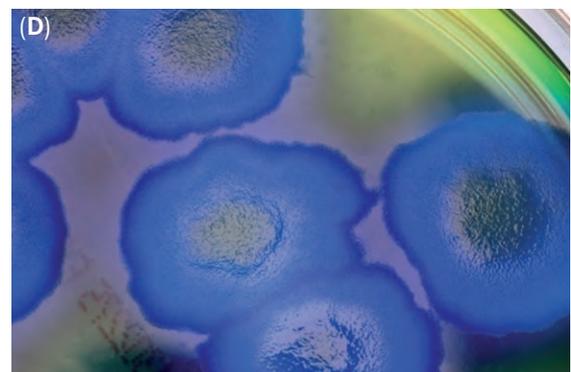
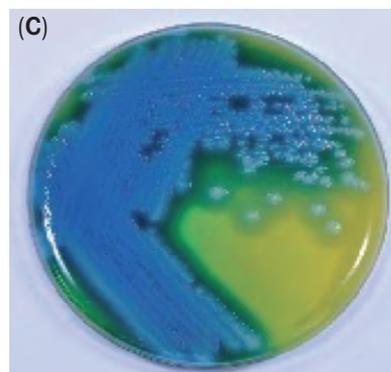
§ 64 LFGB L 01.00-72; 2011-01: Bestimmung präsuntiver *Bacillus cereus* in Milch und Milchprodukten. Koloniezählverfahren, 37 °C, PEMBA-Agar (Fotos C, D)

Bestätigung

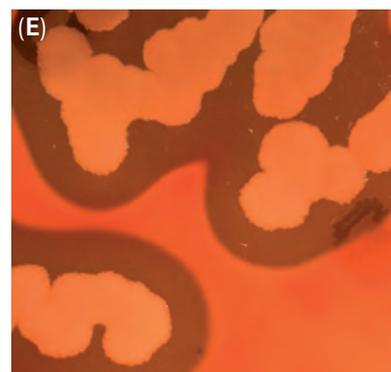
Hämolyseprüfung auf Schafblutagar: ausgewählte Kolonien auf Schafblutagar ausstreichen, 24 h ± 2 h, 30 °C, bebrüten (Foto E)



(A) Typische *Bacillus cereus* auf MYP-Agar mit Phospholipase-Reaktion (© LADR) und (B) typische *Bacillus cereus* auf BACARA-Agar mit Phospholipase-Reaktion (© LADR)



(C, D) Typische *Bacillus-cereus*-Kolonie auf PEMBA-Agar, gezackte ca. 5 mm große Kolonien, türkis bis pflaumenblau, ausgeprägte Eigelb-Präzipitation gleicher Farbe (© LADR)



(E) Hämolyse von *B. cereus* auf Columbia-Blutagar. *B. cereus* zeigen eine Hämolysezone, die in der Breite schwanken kann (© LADR).

ces-Gen PCR: Mittels PCR-Verfahren kann das *ces*-Gen von Stämmen der *Bacillus cereus*-Gruppe, die zur Cereulidproduktion befähigt sind, nachgewiesen werden. Das *ces*-Gen kodiert für die Cereulid-peptid-Synthetase. Der Nachweis des *ces*-Gen ist spezifisch für emetische Stämme der *Bacillus cereus*-Gruppe.

Nhe, Hbl: Die Enterotoxine Nhe und Hbl können mittels immunologischer Testverfahren nachgewiesen werden. Nhe und Hbl gelten als die Pathogenitätsfaktoren, die Durchfallerkrankungen verursachen können.

Bacillus cytotoxicus: Isolate können mittels MALDI-TOF-MS (Spezialdatenbank) als *Bacillus cytotoxicus* oder mittels *cytK-1*-PCR bestätigt oder ausgeschlossen werden. Diese eigene thermotolerante Spezies kann das Durchfall verursachende Cytotoxin K bilden.

Cereulid: Das emetische Toxin Cereulid kann im Lebensmittel nach ISO 18465:2017 (Quantitative determination of emetic toxin (cereulide) using LC-MS/MS) bestimmt werden.

» **Der Nachweis des *ces*-Gens beweist nicht das Vorhandensein des Toxins Cereulid. Cereulid ist aufgrund seiner Größe nicht immunogen und wird deshalb mittels LC-MS/MS untersucht.** «

Literatur

- BFR (2020): *Bacillus cereus*-Bakterien in Lebensmitteln können Magen-Darm-Erkrankungen verursachen. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 048/2020 des BfR vom 30. Oktober 2020; doi: 10.17590/20190916-142347.
- Carlin F et al. (2013): The C. Variation of cardinal growth parameters and growth limits according to phylogenetic affiliation in the *Bacillus cereus* Group. Consequences for risk assessment. Food Microbiol **33** (1):69–76; doi: 10.1016/j.fm.2012.08.014.
- Ceuppens S et al. (2011): Regulation of toxin production by *Bacillus cereus* and its food safety implications. Crit Rev Microbiol **37** (3):188–213; doi: 10.3109/1040841X.2011.558832.
- Dietrich R et al. (2013): The food poisoning toxins of *Bacillus cereus*. Toxins **13** (2):98; <https://doi.org/10.3390/toxins13020098>.
- EFSA (2016): Scientific opinion. Risks for public health related to the presence of *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. including *Bacillus thuringiensis* in foodstuffs. EFSA J **14**:93; <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4524>.
- Grutsch A et al. (2018): Molecular pathogenesis of *Bacillus* spp., with emphasis on the dairy industry. Fine Focus **4** (2):203–222. <https://doi.org/10.33043/FF.4.2.203-222>.
- Glasset B et al. (2016): *Bacillus cereus*-induced food-borne outbreaks in France, 2007 to 2014: epidemiology and genetic characterisation. Euro Surveill **21** (48):pii=30413; <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.48.30413>.
- Hoton FM et al. (2009): Family portrait of *Bacillus cereus* and *Bacillus weihenstephanensis* cereulide-producing strains. Environ Microbiol Rep **1** (3):177–183; doi: 10.1111/j.1758-2229.2009.00028.x.
- Guinebretière MH et al. (2010): Ability of *Bacillus cereus* group strains to cause food poisoning varies according to phylogenetic affiliation (groups I to VII) rather than species affiliation. J Clin Microbiol **48** (9):3388–3391; <http://europemc.org/article/PMC/2937725>.
- Jessberger N et al. (2020): The *Bacillus cereus* food infection as multifactorial process. Toxins **12**:701; <https://doi.org/10.3390/toxins12110701>.
- Jessberger N et al. (2019): Assessing the toxic potential of enteropathogenic *Bacillus cereus*. Food Microbiol **84**: 103276; <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103276>.
- Jovanovic J et al. (2021): *Bacillus cereus* food intoxication and toxicoinfection. Compr Rev Food Saf **20** (4):3719–3761.
- Xiaoye-Ye L et al. (2020): Characterization of *Bacillus cereus* in dairy products in China. Toxins **12** (7):454; doi:10.3390/toxins12070454.
- Naranjo M et al. (2011): Sudden death of a young adult associated with *Bacillus cereus* food poisoning. J Clin Microbiol **49** (12):4379–4381; <https://doi.org/10.1128/JCM.05129-11>.
- Masataka O et al. (2020): Role of sphingomyelinase in the pathogenesis of *Bacillus cereus* infection. Biol Pharm Bull **43** (2):250–253, <https://doi.org/10.1248/bpb.b19-00762>.
- Shiota M et al. (2010): Rapid detoxification of Cereulide in *Bacillus cereus* food poisoning. Pediatrics **125** (4):e951–e955; <https://doi.org/10.1542/peds.2009-2319>.
- Webb MD et al. (2019): Risk presented to minimally processed chilled foods by psychrotrophic *Bacillus cereus*. Trends Food Sci Technol **93**:94–105; doi: 10.1016/j.tifs.2019.08.024. ■

Kontakt

Dr. Burkhard Schütze
Diplom-Biologe
LADR Zentrallabor
Dr. Kramer & Kollegen
Lauenburger Straße 67
21502 Geesthacht
b.schuetze@LADR.de
www.ladr.de