

## Warmhaltetemperatur von Speisen sollte über 65 °C betragen

Stellungnahme Nr. 008/2008 des BfR vom 14. Januar 2008

Bestimmte Krankheitserreger, wie zum Beispiel *Bacillus cereus*, sind in der Lage so genannte „Sporen“ zu bilden, Dauerformen, die ausgesprochen widerstandsfähig sind. In Lebensmitteln können diese Sporen zu einem gesundheitlichen Problem werden. Sie können das Kochen von Speisen auch dann überleben, wenn die Keime selbst abgetötet werden. Werden solche Speisen anschließend bei zu niedrigen Temperaturen über längere Zeit warm gehalten, können die Sporen „auskeimen“ und sich rasch vermehren. Dabei bilden sie Toxine, die zu einer akuten Lebensmittelvergiftung mit Durchfall oder Erbrechen führen können.

*Bacillus cereus* (*B. cereus*) gilt als Problemkeim in der Lebensmitteltechnologie und -hygiene. Er kommt im Boden und auf vielen pflanzlichen Produkten vor. Häufig mit *Bacillus cereus* kontaminiert sind vor allem Reis und Getreideprodukte, Rohmilch und ungenügend gekochte Milch, Gewürze, getrocknete Pilze, Kartoffelsalat, Saucen und Dessertprodukte.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) untersucht, bei welchen Temperaturen und über welchen Zeitraum Speisen warm gehalten werden können, ohne dass vorhandene Sporen auskeimen.

Als Ergebnis der Untersuchung empfiehlt das Institut, Speisen wie beispielsweise Reis oder Eintöpfe in einem Temperaturbereich von 75-65 °C warm zu halten und sie spätestens drei Stunden nach der Zubereitung zu verzehren. So lässt sich das Risiko einer Lebensmittelvergiftung minimieren. Alternativ können die Speisen schnell abgekühlt und zum Verzehr erneut erhitzt werden.

### 1 Gegenstand der Bewertung

Eine Großküche prüft aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, ob es möglich ist, das Garen von Speisenkomponenten zu zentralisieren. Ziel ist es, Speisen in Thermobehältern in sogenannte Teilküchen zu transportieren und dort zum Verzehr auszugeben. Vor diesem Hintergrund hat sich die Frage gestellt, ob die in der DIN 10508-Vorschrift vorgesehene Temperaturangabe von 65 °C als Warmhaltetemperatur im Hinblick auf die mikrobiologische Lebensmittelsicherheit tatsächlich ausreicht oder ob diese Temperatur, insbesondere im Hinblick auf sporenbildende Bakterien der Gattung *Bacillus cereus*, geändert werden sollte.

### 2 Ergebnis

Die Ergebnisse von exemplarischen thermischen und mikrobiologischen Untersuchungen an Speisen in Thermobehältern zeigten am Beispiel von Reis, dass dieses Lebensmittel über einen Zeitraum von 3 Stunden in einem Transportbehälter warm gehalten werden kann, bis eine für Sporenbildner kritische Temperatur von nur noch ca. 60 °C erreicht wird. Bei der Abkühlung von Lebensmitteln muss unterhalb dieser Temperatur mit dem Beginn des kontinuierlichen Auskeimens von Sporen und der Vermehrung von vegetativen Zellen, wie z.B. von *B. cereus*, gerechnet werden. Kritische Keimgehalte von  $10^5$  KbE *B. cereus*/g Lebensmittel, von denen bekannt ist, dass sie zu einer akuten Lebensmittelvergiftung führen können, werden nach ca. 7 Stunden erreicht. Eine Warmhaltetemperatur von mindestens 65 °C für Speisen ist daher wichtig, um das Auskeimen von Sporenbildnern zu unterdrücken.

### 3 Begründung

#### 3.1 Risikobewertung

##### 3.1.1 Agens

Die Bedeutung von sporenbildenden Mikroorganismen als Erreger von lebensmittelassoziierten Erkrankungen wächst stetig. Des Weiteren gehören Vertreter des häufig vorkommenden Genus *Bacillus* (*B.*) aufgrund ausgeprägter proteolytischer Eigenschaften zu den wichtigsten Verderbniserregern bei Lebensmitteln. Die hohe Prävalenz, sein Wachstum in und auf Lebensmitteln bei 5-60 °C (Optimum bei ca. 30-37 °C) sowie die charakteristischen Eigenschaften von *B. cereus* machen ihn zu einem Problemkeim in der Lebensmitteltechnologie und -hygiene.

##### 3.1.2 Gefährdungspotenzial und Exposition

Entgegen den Ergebnissen verschiedener nationaler Statistiken (CDC, 2000; WHO, 2002), in denen die Bedeutung von *B. cereus*-bedingter Lebensmittelinfektionen bzw. -intoxikationen stark variiert bzw. nur eine untergeordnete Rolle einnimmt, ließen sich *B. cereus*-bedingte Lebensmittelinfektionen bei mehr als der Hälfte aller lebensmittelbedingten Gruppenerkrankungen in der Bundeswehr ermitteln (Kreuzberger, 2007). Im Ernährungsbericht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE, 2000) für die Jahre 1993-1997 wird die Inzidenz von lebensmittelbedingten Erkrankungen, bei denen *B. cereus* als Erreger isoliert wurde, allerdings nur mit 1,5 % (10 der 673 Fälle) angegeben. Zur Ermittlung des tatsächlichen Risikos durch *B. cereus* kommt, neben der qualitativen Bestimmung der Toxinprofile und der quantitativ produzierten Toxinmenge, vor allem den Kontaminationswegen innerhalb der Lebensmittel verarbeitenden Bereiche eine wichtige Rolle zu.

##### 3.1.3 Eigene experimentelle Untersuchungen

Thermotransportbehälter (Thermoporte) werden vielfach zum Transport von frisch zubereiteten und noch warmen Speisen benutzt. Die Temperaturverläufe von Wasser und verschiedenen Lebensmitteln sind in derartigen Transportbehältern mit einem Fassungsvermögen von ca. 26 Litern und den Abmessungen von 30/50/20 (Breite/Länge/Tiefe) in den Abbildungen 1 bis 5 dargestellt.

Abbildung 1: Temperaturverlauf von Wasser in einem Transportbehälter mit einer maximalen Füllmenge von 26 Litern (Thermoport) bei unterschiedlichen Füllmengen

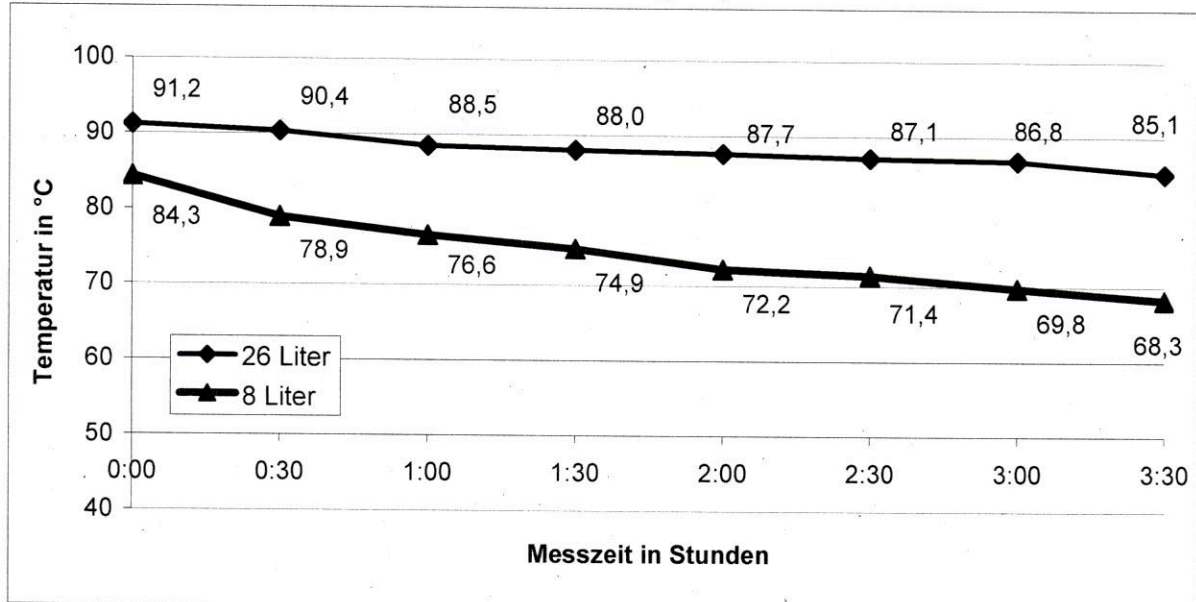


Abbildung 2: Temperaturverläufe von Wasser, Bohneneintopf, Kartoffeln, Reis, Rindergulasch und Rinderbraten in einem Transportbehälter mit einer maximalen Füllmenge von 26 Litern

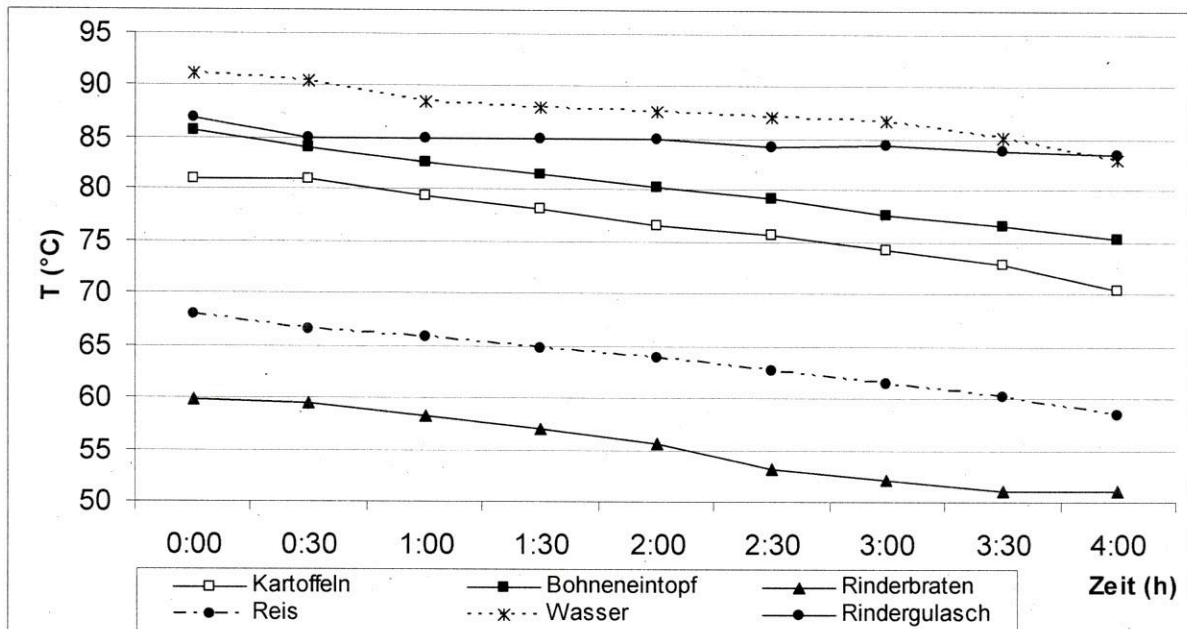
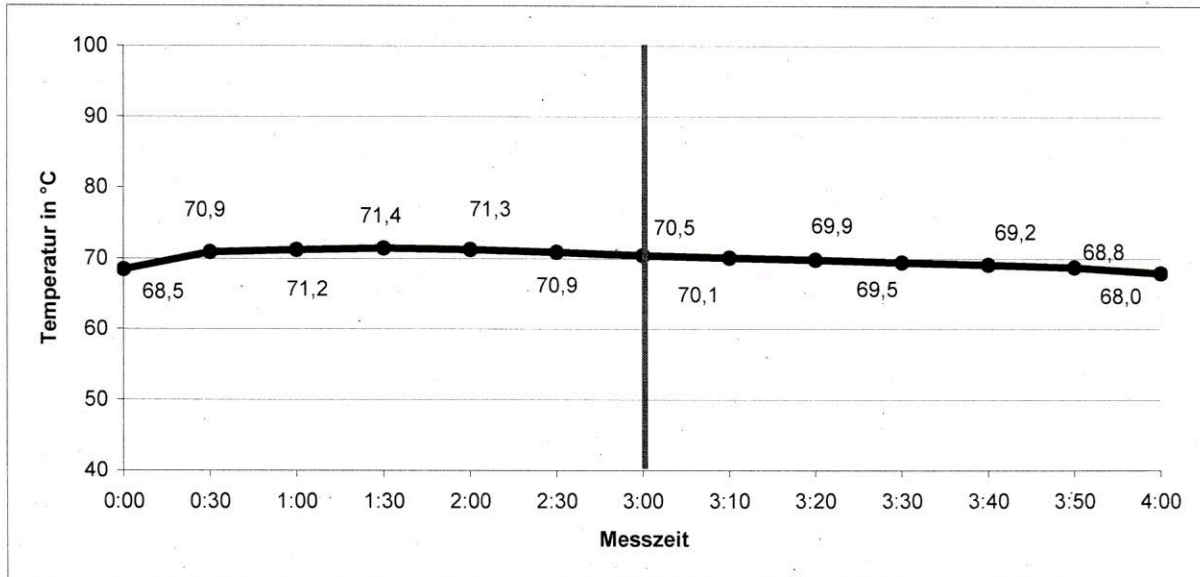


Abbildung 3: Temperaturverlauf von gekochtem Reis in einem Transportbehälter bei zunächst verschlossenem (3 Stunden) und dann offenem (1 Stunde) Behälter mit einer maximalen Füllmenge von 26 Litern



Auch die Wassertemperatur zum Abschrecken von Reis hat Einfluss auf die Temperaturentwicklung von Reis in Transportbehältern (Abbildung 4), während die Füllmengen (wenn sie nicht zu gering werden) keinen gravierenden Einfluss auf den Temperaturverlauf zeigen (Abbildung 5).

Abbildung 4: Temperaturverlauf von gekochtem Reis in einem Transportbehälter mit einer maximalen Füllmenge von 26 Litern bei unterschiedlichen Anfangstemperaturen aufgrund unterschiedlich warmen Wassers beim Abschrecken von Reis

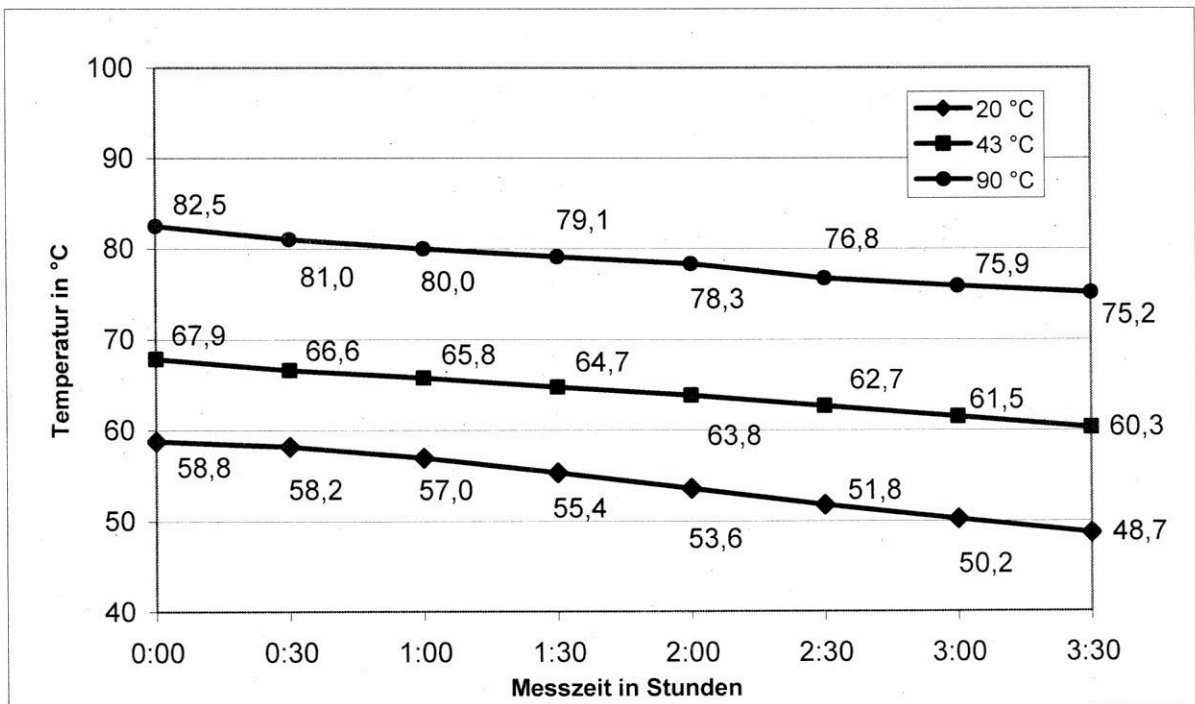
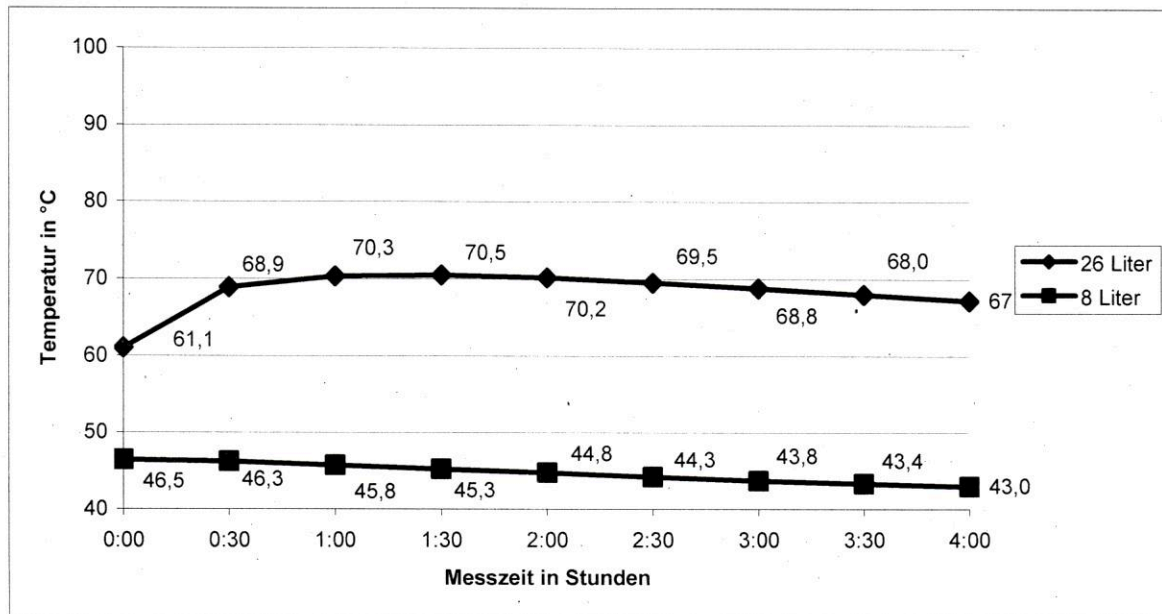


Abbildung 5: Temperaturverlauf von gekochtem Reis in einem Transportbehälter mit einer maximalen Füllmenge von 26 Litern bei unterschiedlichen Füllmengen

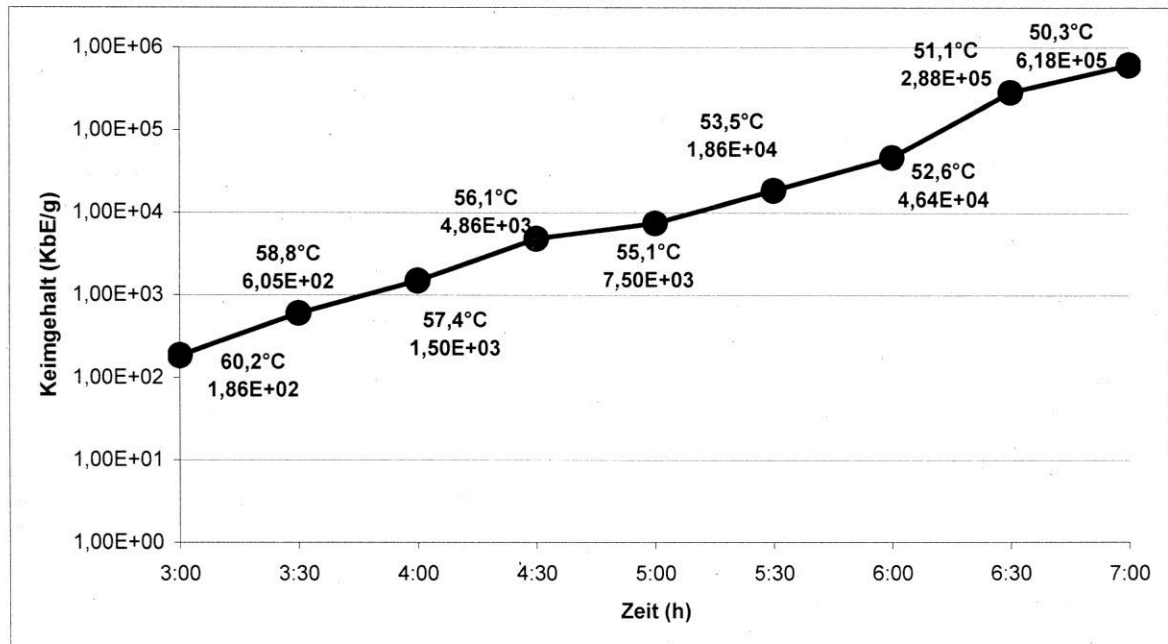


Der Einfluss der Temperatur des Wassers zum Abschrecken des Reises ist aus Abbildung 4 ersichtlich. Innerhalb von 3,5 Stunden ist bei verschiedenen Ausgangswassertemperaturen (90 °C, 43 °C und 20 °C) ein Verlust von ca. 7-10 °C innerhalb der Messzeit zu beobachten. Bei einer Ausgangswassertemperatur von 20 °C wird lediglich eine Anfangstemperatur im Reis von 58,8 °C erreicht. Eine Abschrecktemperatur des Wassers von 90 °C führt bei Reis zum Verkleben. Abschreckwassertemperaturen von 43 °C bewirken eine anfängliche Reistemperatur von ca. 70 °C und führen nach insgesamt 7 Stunden zu einer Reistemperatur von ca. 50 °C und somit zu 10 °C unter dem kritischen Temperaturbereich, in dem *B. cereus*-Sporen auskeimen können.

Die Ergebnisse der Temperaturmessungen von zubereiteten Lebensmitteln in den Thermoporten zeigten, dass mit Ausnahme von Gulasch und Reis im Verlauf von 3 Stunden ein durchschnittlicher Temperaturabfall von 10 °C zu verzeichnen war. Beim Gulasch war lediglich ein Temperaturabfall von 3,5 °C zu verzeichnen (Abbildung 2). Der Grund für den geringeren Temperaturverlust ist in der Fettschicht zu suchen, die auf der Flüssigkeitsoberfläche des Gulaschs entsteht und dadurch das darunter liegende Lebensmittel zusätzlich thermisch isoliert.

Mikrobiologische Untersuchungen von gegartem Reis zeigen, dass nach dem Garen von Reis und einer Warmhalte-/Abkühlzeit von ca. 3 Stunden, ab einer Temperatur von 60,2 °C (anfängliche Temperatur von 66,7 °C) und bei weiter fallenden Temperaturen ein Auskeimen von *B. cereus*-Sporen festzustellen ist. Bei fortschreitender Abkühlung des Reises ist mit einer raschen Zunahme des Keimgehaltes von *B. cereus* im Reis zu rechnen (Abbildung 6).

Abbildung 6: Keimgehalt von *B. cereus* in Reis in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit in einem Transportbehälter mit einer maximalen Füllmenge von 26 Litern



Aufgrund einer in der Regel „natürlichen“ Kontamination von Reis mit Sporenbildnern hat das BfR in seinen Versuchen auf eine zusätzliche Kontamination von Reis mit Sporenbildnern verzichtet. Für die Untersuchungen wurde ein Temperaturbereich von 70-50 °C ausgewählt, weil sich vegetative Zellen von *B. cereus* bei diesen Temperaturen vermehren können (Johnson et al., 1983; Notermans and Batt, 1998, Gibson und Gordon, 1974, Kramer und Gilbert, 1989, Duffrenne et al., 1995, Jaquette und Beuchat, 1998, Van Netten et al., 1990).

Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen bei der Keimgehaltbestimmung vom Reis zeigten, dass der Keimgehalt des Reises im trockenen Zustand (vor der Zubereitung) weniger als 10 KbE/g betrug. Diese Ergebnisse stimmen mit denen anderer Autoren überein (Lee et al. 1995, Notermans und Batt, 1998, Bryan, 1981, Shah et al., 1996, Kamat et al., 1989, González et al., 1999). Auch Erbslöh (2007) konnte eine geringe Keimzahl (>10 KbE/g) in Parboild- sowie Langkornreis feststellen. Reissorten asiatischer Herkunft sind offenbar deutlich höher mit Sporenbildnern kontaminiert, was möglicherweise auf die Vorbehandlungen zurückzuführen ist (Erbslöh, 2007).

Bei der Untersuchung der Reis-Proben während des Kochens (Wassertemperatur von ca. 98 °C, Kochzeit von 40 min) sowie unmittelbar nach dem Kochen (Temperatur von ca. 86 °C) waren keine Sporenbildner nachweisbar. Byrne et al. (2006) kommen zu gleichen Ergebnissen. Sie stellten bei einer Temperatur von 60 °C einen D-Wert (der D-Wert gibt an, welche Zeit zur Abtötung von 90 % der Mikroorganismen einer Population bei einer gegebenen Temperatur notwendig ist) von 1 min fest. Danach ist davon auszugehen, dass vegetative Zellen von *B. cereus* bei einer Kochzeit von 40 min und einer Temperatur von 98 °C abgetötet werden.

Erst bei einer Temperatur von ca. 60 °C stellte das BfR bei seinen Untersuchungen eine Auskeimung von Sporen mit einem Keimgehalt von 1,9E+02 KbE/g fest. Folgt man den Ergebnissen von Haque et al. (2005) sowie Notermans und Batt (1998), so wäre eine weitere

Abkühlung auf eine Temperatur von ca. 50 °C nötig, um ein Auskeimen zu ermöglichen. Nach Untersuchungen von Johnson et al. (1983) stellt eine Temperatur von 55 °C den Grenzwert für die Auskeimung von *B. cereus*-Sporen dar.

Nach 5 Stunden Heißhaltung und einer Temperatur von ca. 55 °C ist mit einem Keimgehalt im Reis von 7,5E+03 KbE/g zu rechnen, der nach 7 Stunden Abkühlung (50,4 °C) auf einen Keimgehalt von 6,2E+05 KbE/g ansteigt. Eine Keimzahl von ca. 10<sup>5</sup> KbE/g wird in der Literatur als kritische Keimzahl von *B. cereus* in Lebensmitteln bezeichnet, bei der mit lebensmittelbedingten Erkrankungen zu rechnen ist. So berichteten Kremer und Gilbert (1989), Katsaras und Hildebrandt (1979) und Granum (1997, 2001) von Erkrankungsfällen nach Aufnahme von Speisen mit Keimzahlen von 10<sup>5</sup>-10<sup>8</sup> KbE/g.

#### 4 Handlungsrahmen/Maßnahmen

Das BfR empfiehlt, Speisen wie beispielsweise Reis innerhalb von 3 Stunden nach der Zubereitung in einem Temperaturbereich von 65-75 °C warm zu halten und auszugeben, um das Risiko einer Lebensmittelvergiftung durch hohe Keimzahlen (10<sup>5</sup>-10<sup>7</sup> KbE/g *B. cereus*) zu minimieren.

#### 5 Referenzen

Bryan, F.L., Bartleson, C.A. und Christopherson, N., (1981): Hazard analyses, in reference to *Bacillus cereus* of boiled and fried rice in Cantonese-style restaurants. J. Food Prot., **44**, 500-512.

Byrne, B., Dunne, G. und Bolton D.J. (2006): Thermal inactivation of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* vegetative cells and spores in pork luncheon roll. Food Microbiol., **23**, 803-808.

CDC (2000): Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance Summaries, Surveillance for food borne-disease outbreaks United States, 1993-1997, Morbidity and Mortality Weekly Report, 49, 1-61.

Dufrenne, J., Bijwaard, M., Te Giffel, M., Beumer, R. und Notermans, S. (1995): Characteristics of some psychrotrophic *Bacillus cereus* isolates. Inter. J. Food Microbiology, **27**, 175-183.

Erbslöh, I. (2007): Vorkommen und Charakterisierung des Toxinbildungsvermögens von *Bacillus cereus*- Isolaten aus ausgewählten Lebensmitteln, Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.

Gibson, T. und Gordon, R.E. (1974): Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. (8. Ed.) Baltimore: The Williams & Wilkins Company, 529-545.

González, I., López, M., Martínez, S., Bernardo, A. und González, J. (1999): Thermal inactivation of *Bacillus cereus* spores formed at different temperatures. Int. J. Food Microbiol., **51**, 81-84.

Granum, P.E. (1997): *Bacillus cereus*, In: BOYLE, M.P (Hrsg.): Food microbiology: Fundamentals and Frontiers. ASM Press, Washington D.C. 327-336.

- Granum, P.E. (2001): *Bacillus cereus*, In: DOYLE, M. P., L. R. BEUCHAT & T. J. MONTVILLE (ed.): Food microbiology Fundamentals and frontiers. 2<sup>nd</sup> ed., 373-381.
- Haque, A. und Russell, N.J. (2005): Phenotypic and genotypic characterisation of *Bacillus cereus* isolates from Bangladeshi rice. Int. J. Food Microbiol., **98**, 23-24.
- Jacquette, C.B. und Beuchat, L.R. (1998): Survival and growth of psychrotrophic *Bacillus cereus* in dry and reconstituted infant rice cereal. J. Food Protection, **61**, 1629-1635.
- Johnson, K.M., Nelson, C.L. und Busta, F.F. (1983): Influence of temperature on germination and growth of spores of emetic and diarrheal strains of *Bacillus cereus* in a broth medium and in rice. Journal of Food Science, **48**, 286-287.
- Kamat, A.S., Nerkar, D.P. und Nair, P.M. (1989): *Bacillus cereus* in some Indian foods, incidence and antibiotic, heat and radiation resistance. J. Food Safety, **10**, 31-41.
- Katsaras, K. und Hildebrandt, G. (1979): Ursachen bakterieller Lebensmittelvergiftungen: *Bacillus cereus* Toxine, Fleischwirtsch. **59**, 668-676.
- Kramer, J.M. und Gilbert, R.J. (1989): *Bacillus cereus* and other *Bacillus species*, in DOYLE M. P. (ed.): Foodborne bacterial pathogens, Dekker, New York, ISBN 0-8247-7866-9, 21-70.
- Kreuzberger, C. (2007): Charakterisierung der Toxizität von *Bacillus cereus*- Isolaten aus Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr, Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Lee, P.K., Buswell, J.A. und Shinagawa, K. (1995): Distribution of toxigenic *Bacillus cereus* in rice samples marketed in Hong Kong. World Journal of Microbiology and Biotechnology, **11**, 696-698.
- Notermans, S. und Batt, C.A. (1998): A risk assessment approach for food-borne *Bacillus cereus* and its toxins. J. Appl. Microbiol., Symposium Supplement, **84**, 51-61.
- Shah, R.C., Wadher, B.J. und Bhoosreddy, G.L. (1996): Incidence and characteristics of *Bacillus cereus* isolated from Indian foods. J. Food Sci. Technol., **33**, 249-250.
- Van Netten, P., Van de Moosdijk, A., Van Hoensel, P., Mossel, D.A.A. und Perales, I. (1990): Psychrotrophic strains of *Bacillus cereus* producing enterotoxin. Journal of Applied Bacteriology, **69**, 73-79.
- WHO SURVEILLANCE PROGRAM FOR CONTROL OF FOODBORNE INFECTIONS und INTOXICATIONS IN EUROPE (1992): Fifth Report 1985-1989. Institute of Veterinary Medicine- Robert von Ostertag-Institute, Berlin, 25-29.