

5. Diskussion

5.1 Prävalenz

Das gesundheitsgefährdende Potential eines Erregers wird durch die Prävalenz der Erkrankung und den Grad der ausgelösten Symptomatik bestimmt. Die beschriebenen Häufigkeiten *B. cereus*-bedingter Erkrankungen erstrecken sich entsprechend der verschiedenen nationalen Surveillance-Erhebungen von unter einem Prozent in den USA (CDC, 2000) bis nahezu einem Drittel aller erfassten lebensmittelbedingten Gruppenerkrankungen in Taiwan (PAN et al., 1997), Japan (SHINAGAWA, 1993; MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE JAPAN, 1998) und Thailand (GASALUK et al., 1996).

Im 7. Report des "WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe" (WHO, 2003) sind die europäischen Erhebungen aus den Jahren 1993 bis 1998 erfasst. Aus diesen wird ersichtlich, dass die Häufigkeit *B. cereus*-bedingter Ausbrüche in Europa ebenfalls stark variabel ist und zwischen 0,3% in Spanien und 18,2% in Norwegen schwankt. Diese unterschiedlichen Angaben unterstreichen die Annahme von MAHAKARNCHANAKUL und BEUCHAT (1999), dass die Anzahl der *B. cereus*-bedingten Lebensmittelinfektionen bzw.-intoxikationen aufgrund der selbstlimitierenden Symptomatik mit resultierender kurzer Erkrankungsdauer von durchschnittlich unter 24 Stunden (GRANUM, 1997) in den öffentlichen Statistiken unterschätzt wird. Nach DAHMS (2003) dürften die Dunkelziffern bei lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen umso größer sein, je milder der Krankheitsverlauf ist. MEAD et al. (1999) geben für durch *B. cereus* Erkrankte eine geringe Hospitalisationsrate von 0,006 % an und gehen ebenfalls davon aus, dass die tatsächlich durch diesen Keim ausgelösten Fälle ein Vielfaches der dokumentierten darstellen.

Erhebungen aus der Gemeinschaftsverpflegung liefern wertvolle Daten über Art und Häufigkeit insbesondere solcher Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen, für die keine explizite Meldepflicht vorgesehen ist. Lebensmittelvergiftungen in diesem Bereich umfassen in der Regel eine weit größere Zahl von Einzelerkrankungen und können eher schlüssig recherchiert werden (KLEER et al., 2001). In der Bundeswehr erhobene Daten zu lebensmittelbedingten Gruppenerkrankungen in der Gemeinschaftsverpflegung basieren zudem auf der Zuständigkeit nur eines Arztes für den überwiegenden Teil aller Verpflegungsteilnehmer an einem Standort und auf einer nach der ZDv 10/13 (1992) festgelegten Pflicht zur Meldung von gehäuftem Auftreten einer Symptomatik. Im Zusammenhang mit den daraus resultierenden umfassenden epidemiologischen Untersuchungen kann angenommen werden, dass die Dunkelziffer im Vergleich zum zivilen Bereich wesentlich kleiner ist. KLEER et al. (2001) messen den *B. cereus*-bedingten

Erkrankungen aufgrund der in der Bundeswehr ermittelten Häufigkeit von 43 % der Einzelfälle und 52 % der Ausbrüche eine große Bedeutung zu.

Selbst bei dem beschriebenen milden Verlauf der Erkrankung kann ein durch *B. cereus* verursachter Ausbruch in der Gemeinschaftsverpflegung der Bundeswehr zu einer massiven Einschränkung der Auftragserfüllung führen. Beispielsweise hat die Bundeswehr zur Beherrschung des Elbe-Hochwassers 2002 allein im Abschnitt zwischen Dömitz und Hamburg innerhalb von 5 Tagen 13.000 Einsatzkräfte zusammengezogen. Diese wurden überwiegend durch 39 TFK 250 (Feldküchenmodule der Bundeswehr) verpflegt, wobei der Keimeintrag in diese offenen Module als besonderes Hygienierisiko anzusehen ist (SCHULENBURG, 2002). Werden solchen einsatzbedingten Gefährdungen des Verpflegungsteilnehmers keine gezielten Maßnahmen entgegengestellt, kann der Erfolg von Katastrophenhilfe oder von militärischen Operationen durch den wenn auch nur kurzzeitigen Ausfall von Einsatzkräften gefährdet werden. Zusammenfassend betrachtet muss das Risikopotential von *B. cereus* und damit seine Bedeutung für die Bundeswehr als sehr groß eingeschätzt werden.

Als Ursache für *B. cereus*-bedingte Erkrankungen werden küchentechnische Fehler angenommen (BEUTLING u. BÖTTCHER, 1998; BACH, 1999). Dabei wird davon ausgegangen, dass die Dosis infectiosa minima mit über 10^6 KbE/g Lebensmittel relativ hoch ist (KRAMER u. GILBERT, 1989; KATSARAS u. HILDEBRANDT, 1979) und sich die Keime im Lebensmittel erst vermehren müssen. KLEER et al. (2001) sehen solche Lebensmittel als besonders risikoträchtig, die nach dem Garen gekühlt werden, sei es weil sie kalt verzehrt werden wie Puddings oder Kartoffel- und Nudelsalate, sei es dass sie als Vorrat hergestellt werden und vor dem Verzehr wiedererhitzt werden sollen wie Kartoffelpüree und Reis. Studien von GRANUM (1994) zeigten, dass die Keimzahlen inkriminierter Lebensmittel zwischen 200 und 10^9 KbE/g lagen. Hieraus folgert GRANUM (1995), dass die infektiöse Dosis für die Diarrhoe-Form bei 10^5 bis 10^7 total aufgenommenen Keimen liegt. Jüngere Untersuchungen lassen vermuten, dass bei der durch *B. cereus*-Enterotoxine ausgelösten diarrhoeischen Form der Erkrankung die Anzahl der aufgenommenen Keime eher sekundär sein könnte und das Toxinbildungsvermögen dieser Keime von entscheidender Bedeutung ist. So beschreiben MORAVEK et al. (2002) eine quantitativ stark divergierende Enterotoxinproduktion untersuchter *B. cereus*-Isolate und ziehen daraus den Schluss, dass eine Aussage über das toxische Potential eines Stammes nur über die Quantifizierung der Toxine möglich ist. Gleichgültig welche Keimdosis für die Erkrankung auslösend ist, die Überwachung stößt bei der Vermeidung von Küchenfehlern bzw. der Einhaltung von Temperaturregimen auf Grenzen.

Für die Risikoabschätzung bezüglich des Keimeintrags in Lebensmittel durch direkten Kontakt mit *B. cereus*-behafteten Oberflächen wurden die 1999 und 2000 in den

Wehrbereichen III und IV durchgeführten Hygienestatuskontrollen im Hinblick auf die Oberflächenbelastung durch *B. cereus* ausgewertet. Auffallend ist, dass von fast 14 % der untersuchten Einrichtungs- und Bedarfsgegenstände in Bundeswehrküchen *B. cereus* isoliert wurde. Die in den eigenen Untersuchungen ermittelte *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Verpflegungseinrichtungen im Zusammenhang mit der durch KLEER et al. (2001) beschriebenen Häufigkeit *B. cereus*-bedingter Erkrankungen in der Gemeinschaftsverpflegung der Bundeswehr deutet darauf hin, dass neben küchentechnischen Fehlern dem Risiko der Kontamination von Lebensmitteln über belastete Flächen eine große Bedeutung zukommt. Da *B. cereus* ein ubiquitär verbreiteter Erdbodenkeim ist, führt die Verarbeitung belasteter Ausgangsprodukte wie z.B. Kartoffeln und Gemüse zu einem hohen Eintrag in den Küchenbereich mit möglicher Kreuzkontamination. Somit sieht auch SINELL (1992) die Verhütung der Kontamination mit Erdbodenspuren und Staub als besonders wichtig an, was zusätzlich zu einem konsequenten Temperaturregime einen weiteren Ansatzpunkt zur Verhütung von *B. cereus*-bedingten Erkrankungen darstellt. Es lag nahe, diese hohe Prävalenz durch die Auswahl eines geeigneten Desinfektionsmittels zu reduzieren. Dazu sollten eigene Untersuchungen die sporozide Wirkung von Wofasteril® E400 / alcapur® und dem bisher verwendeten Desinfektionsmittel Tego 2000® vergleichend darstellen.

5.2 Vorversuche sowie Suspensionstests zur sporoziden Wirksamkeitsprüfung

Im **Verdünnungstest** wurde die minimale Hemmkonzentration (MHK) ermittelt. Tego 2000® hatte die höhere bakteriostatische Wirkung als das Kombinationsverfahren Wofasteril® E400/ alcapur®. Da die Trübung der Bouillon durch Vermehrung vegetativer Zellen verursacht wird, richtet sich bei der Ermittlung der MHK die Wirkung des Desinfektionsmittels gegen vegetative Zellen und liefert somit keinen Hinweis auf die sporozide Wirkung des getesteten Desinfektionsmittels. Im Wesentlichen diente der Verdünnungstest dazu, anhand der Erhöhung von MHK-Werten geeignete Inaktivierungssubstanzen für die weitergehende Untersuchung auszuwählen.

Im **qualitativen Suspensionstest** nach der Endpunktmethode der DVG wird bestimmt, inwieweit ein Mittel unter bestimmten Konzentrations-Zeit-Bedingungen wirksam ist, d.h. alle eingesetzten Testkeime abtötet. Im Ergebnis wird die Desinfektionsmittelkonzentration bestimmt, bei der keine vermehrungsfähigen Mikroorganismen mehr nachweisbar sind. Tego 2000® wies sowohl in der in den Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr üblichen Anwendungskonzentration (1%ig) als auch bei erhöhter Konzentrations-Zeit-Kombination keine sporenabtötende Wirkung auf den Testkeim der Spezies *B. cereus* auf. Durch das Kombinationsverfahren in einer Konzentration von 0,5 % Wofasteril® E400 konnten nach 60 min annähernd alle Sporen im Reaktionsgefäß abgetötet werden. Bei kürzerer Einwirkzeit

von 30 Minuten und erhöhter Konzentration von 2 % Wofasteril® E400 konnte ebenfalls eine abtötende Wirkung auf den Testkeim festgestellt werden.

Die Aussagekraft solcher Wirksamkeitsprüfungen wird sehr unterschiedlich bewertet. Einerseits handelt es sich beim qualitativen Suspensionstest um ein Verfahren, mit dem nach REUTER (1988a) Konzentrations-Zeit-Bedingungen auch für Anwendungen unter Belastung (Eiweißbelastung, Kälte) schnell und einfach ermittelt werden können. Allerdings ist keine Aussage zum Keimreduktionspotential eines Desinfektionsmittels möglich. Endpunktmethoden, zu denen der hier durchgeführte qualitative Suspensionstest zählt, stellen im Vergleich zu Reduktionsmethoden (quantitative Erfassung der Keimreduktion) nach BISPING und KIRPAL (1974) höhere Anforderungen an ein Desinfektionsmittel, da bei diesen anhand des Ausgangs Wachstum/ kein Wachstum im Kulturröhrchen ausgewertet und ein Überleben von Testkeimen nicht toleriert wird. Die Anforderung an Desinfektionsmittel für den Lebensmittelbereich ist jedoch nicht die vollständige Keimeliminierung, sondern eine je nach Prüfmethodik und Prüforganisation festgelegte Keimreduktion. Die im qualitativen Suspensionstest erzielten Ergebnisse bieten somit zwar einen guten Anhalt für die sporozide Wirkung der geprüften Desinfektionsmittel auch unter Eiweißbelastung, sind jedoch durch weitere Methoden zu ergänzen.

Anhand der Auswertungen des **quantitativen Suspensionstests** bestätigt sich, dass Tego 2000® beim Testansatz ohne Eiweißbelastung selbst bei erhöhter Konzentration (2 %) keine sporenreduzierende Wirkung aufweist. Bei Verwendung von Wofasteril® E400 / alcapur® im quantitativen Suspensionstest **ohne Eiweißbelastung** wird eine deutliche Reduktion der Keimzahl erreicht. Da im qualitativen Suspensionstest unter Eiweißbelastung keine Wirkung festgestellt werden konnte, wurde die Konzentration von Wofasteril® E400 bei der Prüfung unter Eiweißbelastung erhöht. Auch in der niedrigsten verwendeten Konzentration (0,5 %) konnte beim Testansatz **unter Eiweißbelastung** schon nach 5 min eine deutliche sporozide Wirkung und nach Verlängerung der Einwirkzeit auf 60 min eine maximale Reduktion der Sporenzahl konstatiert werden. Die Bewertung bzw. Interpretation der Ergebnisse von quantitativen Suspensionsversuchen unterscheidet sich bei Betrachtung der verschiedenen Testvorschriften und hinsichtlich der Zielorganismen (Wirkung auf Bakterien, Pilze, Viren oder Sporen) der Desinfektionsmittel. Die geforderten Reduktionsfaktoren variieren bei vegetativen Zellen von 4 lg KbE (DVG, 2000) bis 5 lg KbE (EST, 1987). Die CEN/TC 216 (AFNOR, 1998) entwickelte mit der DIN EN 13704 einen quantitativen Suspensionstest bei dem Sporen von *B. subtilis* zum Einsatz kommen. Die Vorgabe ist, dass bei 20°C in 60 min unter Berücksichtigung des Eiweißfehlers ein Reduktionsfaktor von mindestens 3 lg KbE erreicht wird. Die abgeschwächten Anforderungen für die Bewertung der sporoziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel sind berechtigt, da Sporen zum einen aufgrund ihrer Morphologie extrem widerstandsfähig gegenüber Desinfektionsmaßnahmen sind und sich

zum anderen auf Oberflächen auch in Gegenwart geeigneter Substrate wie z.B. Rückständen von Lebensmitteln bedingt durch ihre lange lag-Phase für das Auskeimen nur verzögert vermehren können. Ein Reduktionsfaktor von 3 lg KbE – wie in der DIN EN 13704 für den Lebensmittelbereich und auch im europäischen Normentwurf prEN „Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der sporoziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Tierbereich“ (AFNOR, 2003) gefordert – wird im quantitativen Suspensionstest bei einer Einwirkzeit von 30 min in allen geprüften Konzentrationen von Wofasteril® E400 annähernd erzielt. Unter Berücksichtigung der aus den Suspensionsversuchen vorgestellten Ergebnisse ist es fraglich, ob die alleinige Anwendung von Tego 2000® zur Desinfektion in Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr sinnvoll ist. Der alternierende Einsatz oder ggf. gezielte Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® scheint zur Prävention von Erkrankungen, die durch *B. cereus* ausgelöst werden können, besser geeignet. Die DIN EN 13704 beschreibt zwar einen quantitativen Suspensionsversuch zur Bestimmung der sporoziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel für den Bereich Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen, fordert jedoch als weiteren Schritt ihrer Prüfkriterien die grundsätzliche Durchführung eines Tests, der Praxisbedingungen simuliert, um die Ergebnisse aus dem Suspensionsversuch verifizieren zu können (AFNOR, 1998). Für die Fragestellung, ob die Umstellung der Desinfektionsverfahren tatsächlich zu einer Verringerung der Oberflächenbelastung mit *B. cereus* führt, wurde deshalb zunächst eine Desinfektionsmittelprüfung unter praxisnahen Bedingungen (Keimträgertest) zur Prüfung der Wirksamkeit durchgeführt.

5.3 Keimträgertest

Zur Feststellung der sporoziden Wirkungen von Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® wurde ein valider und zugleich praktikabler **Keimträgertest** entwickelt. Als Keimträger wurden Plättchen aus V₂A-Stahl bzw. Polyethylen (PE) ausgewählt, da diese Materialien in den Küchen der Bundeswehr häufig verwendet werden und im üblichen Arbeitsablauf regelmäßig zu desinfizieren sind. REYBROUK (1975) untersuchte die Absterberaten auf Keimträgern und kam zu dem Schluss, dass die Dauer der Antrocknungsphase mit der natürlichen Absterberate korreliert und so Keimverluste entstehen können, welche die Wirkung des Desinfektionsmittels übersteigen. Damit ein solcher Effekt auf Sporen ausgeschlossen werden kann, wurden die Keimträger deshalb mit der Sporensuspension beimpft und nach kurzer Antrocknungszeit im Brutschrank mit dem zu testenden Desinfektionsmittel überschichtet. Um eine möglichst realitätsnahe Desinfektionsphase im Keimträgertest zu simulieren, wurde die Desinfektion auf offener Fläche dem Submersverfahren vorgezogen. Bei einer Einwirkzeit von 30 min war nicht damit zu rechnen,

dass durch eine Eintrocknung der Desinfektionsmittellösung auf den Keimträgern die sporozide Wirkung beeinflusst werden könnte. Ein Ablösen von Sporen durch mechanische Effekte und daraus resultierendes besseres Einwirkungsvermögen des Desinfektionsmittels wurde ebenfalls vermieden da bei der eingesetztem Desinfektionsmittelmenge kein manuelles Ausstreichen auf dem Keimträger erforderlich war.

Anhand von Reduktionsfaktoren ist die sporozide Desinfektionsmittelwirkung beurteilt worden. Tego 2000[®] wurde in üblicher Anwendungskonzentration auf V₂A- und auf PE-Keimträgern als nicht wirksam befunden (RF-Werte unter 0,5 lg KbE). Bei den Testansätzen mit Wofasteril[®] E400 / alcapur[®] sind, neben der bei den Suspensionstests geringsten noch wirksamen Anwendungskonzentration (0,25 %), zwei weitere Konzentrationen (0,075% und 0,125%) geprüft worden. Diese niedrigen Konzentrationen wurden im Hinblick auf die Anwendbarkeit und Arbeitssicherheit des Peressigsäure-Präparats in den Versuch miteinbezogen. Eine gute sporozide Wirksamkeit wurde bei der Konzentration von 0,25% erzielt. Sowohl auf V₂A wie auch auf PE wurden Reduktionsfaktoren von annähernd 5 lg KbE erreicht. Die im Vergleich zum quantitativen Suspensionstest höheren Reduktionsfaktoren beruhen auf einer besseren Sporenausbeute für die Testansätze im Keimträgertest und der dementsprechend höheren Ausgangskeimzahl, grundlegend wurden die Ergebnisse aus den Suspensionstests jedoch bestätigt. Voraussetzung für den Aussagewert des Keimträgertests ist eine hohe Wiederfindungsrate, d.h. eine möglichst hohe Anzahl der auf den Keimträgern ausgebrachten Sporen sollten bei der abschließenden Keimzählung erfasst werden. Denkbar ist, dass Sporen während der Antrocknung absterben oder am Keimträger haften bleiben und somit nicht in die Zählung eingehen. Nur bei einer ausreichend hohen Wiederfindungsrate können die für die Beurteilung der Desinfektionsmittelwirkung notwendigen Reduktionsfaktoren gewährleistet werden. Zur Rückgewinnung lebender Zellen von den Keimträgern werden allgemein Abklatsch-, Tupferabstrich- (MÜCKE et al., 1989; SPICHER u. PETERS, 1976; BORNEFF, 1977) und Abschwemmmethoden (SCHMIDTHOFER et al., 1972; RKI, 1994a, 1994b; AFNOR, 1989) genutzt. Die Abklatschmethode zur Keimrückgewinnung wurde bei der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Keimträgermethode nicht verwendet, da bei quantitativen Keimträgertests eine hohe Ausgangssporenzahl notwendig ist, um eine möglichst große Reduktion nachweisen zu können. Bei der für den Versuch eingesetzten Sporenmenge wäre eine Auswertung wegen des Rasenwachstums auf den entsprechenden Nährböden nicht möglich (SCHULZE u. HILDEBRANDT, 1995). Des Weiteren werden nach REYBROUK und WERNER (1975) teilweise lediglich 25 % von überlebenden Zellen bei Abklatschverfahren zurückgewonnen, was die Reduktionsfaktoren verfälschen könnte. Für die eigene Methode wurde das einfache Tupferabstrichverfahren (NT-Verfahren) vorgezogen, da die Abschwemmethode aufwendiger und das Volumen der Auffangflüssigkeit bei einheitlichem Keimträger im

Vergleich zum Tupferabstrich größer ist, was eine höhere Nachweisgrenze bei der Bestimmung überlebender Keime und damit eine geringe Spanne für die mögliche Keimreduktion bedingt. So legte HANEKE (1991) 10 cm² große Keimträger, welche mit sterilem Rinderserum besprüht und nachfolgend mit den Testkeimen beimpft wurden in 50 ml Desinfektionsmittel ein und schwemmte die Keime nach Ende der Einwirkzeit mittels eines Schüttelgerätes ab. Bei der eigenen Methode werden die Sporen von einem Keimträger gleicher Größe in nur 10 ml Flüssigkeit aufgefangen. Damit ist die Nachweisgrenze bei der eigenen Methode um den Faktor 5 niedriger – vorausgesetzt es wird dasselbe Keimzählverfahren angewandt. Bei Testverfahren unter Verwendung vegetativer Zellen ist durch den Einsatz einer entsprechend hohen Ausgangskeimzahl eine Verdünnung durch das Abschwemmvolume leicht auszugleichen, eine Sporengewinnung ist dagegen quantitativ limitiert.

Die methodenimmanente Verlustrate sollte möglichst konstant sein. Im gegenteiligen Fall werden Über- bzw. Unterschätzungen der Desinfektionsmittelwirkung provoziert. Durch einheitliche Bedingungen in der technischen Ausführung der eigenen Methodik (gleicher Untersucher/ gleiches Labor) ist trotz des manuellen Vorgangs der Keimrückgewinnung eine geringe Streuung der Ergebnisse erzielt worden. Dieses wird anhand der annehmbaren Abweichung der Einzelergebnisse in Testansatz A und B von durchschnittlich 0,3 lg KBE-Stufen und der methodenimmanente Verlustrate bei den Prüfungen mit V₂A-Stahl (Ansatz 1: 0,23 lg KbE; Ansatz 2: 0,34 lg KbE) sowie mit PE (Ansatz 1: 0,63 lg KbE; Ansatz 2: 0,70 lg KbE) deutlich.

Aussagen über die sporozide Wirkung chemischer Desinfektionsmittel anhand von Keimträgertests können auf Basis des Kelsey-Sykes-Tests (KELSEY u. SYKES, 1969), welcher modifiziert als ein Britischer Standard BS 6905:1987 veröffentlicht wurde, oder der NFT 72-190 (AFNOR, 1988) getroffen werden. Eine standardisierte Testmethode zur Bestimmung der sporoziden Wirkung von Desinfektionsmitteln unter praxisnahen Bedingungen existiert in Europa bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht (WHO, 2001). In den USA gibt es einen Keimträgertest der Association of Analytical Chemists (AOAC) zur Bestimmung der sporoziden Wirkung von Desinfektionsmitteln (BELOIN, 1995). Eine Vergleichbarkeit der in der Literatur beschriebenen Keimträgertests ist aufgrund der variierenden Methodik und verwendeten Materialien nahezu unmöglich, womit auch der Bewertungsmaßstab für die einzelnen Tests nicht auf andere Prüfmodelle übertragbar ist.

5.4 Feldversuch

Durch eine Bewertung der Desinfektionsmittelwirkung im Feldversuch ist die abschließende Phase der eigenen Untersuchungen dargestellt worden. Dieses sollte die aus den vorangegangenen Untersuchungen gewonnenen Laborergebnisse im eigentlichen

Anwendungsbereich verifizieren. Sieben Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr wurden in die Feldstudie miteinbezogen. KLEINER (2000) weist darauf hin, dass sich die parallele Anwendung von Tupfer- und Abklatschverfahren für eine routinemäßige Hygienekontrolle anbietet, weshalb auch im Feldversuch vergleichbar zu den routinemäßigen durchgeführten Hygienestatuskontrollen in Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr sowohl mittels RODAC-Platten als auch mittels NT-Verfahren beprobt wurde. Anhand der *B. cereus*-presence/-absence auf festgelegten Probenahmestellen vor und nach Desinfektion wurde die Relative Effektivität der Desinfektionsverfahren bestimmt. Somit konnten diese miteinander verglichen werden. Eine presence/absence-Auswertung erschien im Gegensatz zu einer quantitativen Aussage sinnvoll, da nach DRESSLER (1997) die Ausgangskeimzahlen auf optisch sauberen und gereinigten Flächen abhängig von der Materialbeschaffenheit relativ niedrig sind und somit eine Keimreduktion durch das Desinfektionsmittel schwer darstellbar ist. Eigene im Rahmen dieser Arbeit nicht aufgeführte Auswertungen routinemäßiger Hygienestatuskontrollen bestätigen diese Aussage.

In der Feldstudie konnten die Ergebnisse aus den durchgeführten in-vitro Tests sowie den praxisnahen Untersuchungen im Keimträgerstest bestätigt werden. Die sporozide Wirkung von Wofasteril® E400 / alcapur® in der Feldstudie ist unter Berücksichtigung der tatsächlichen Ausgangsprävalenz **6,25-mal effektiver** zu bewerten als die von Tego 2000®.

Aus den festgestellten Ergebnissen können folgende Möglichkeiten abgeleitet werden, die Desinfektionsmaßnahmen in Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr dahingehend zu optimieren, das Risiko *B. cereus*-bedingter Gruppenerkrankungen zu minimieren:

- ausschließliche Verwendung von Wofasteril® E400 / alcapur®
- alternierender Einsatz von Tego 2000® und Wofasteril® E400 / alcapur®
- gezielter Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur®
 - nach *Cereus*-bedingter Gruppenerkrankung
 - in *Cereus*-belasteten Küchen
 - in Verpflegungseinrichtungen unter Einsatzbedingungen

Diese Möglichkeiten sollen im Folgenden diskutiert werden.

5.5 Anwendungsempfehlungen für die Bundeswehr

Tab. 29: Vergleich von Tego 2000[®] und Wofasteril[®] E400 unter Berücksichtigung von Wirksamkeit, Materialverträglichkeit und Toxizität (nach FLEMMING, 1984, DVG, 1999, ERNST et al., 2001, KESLA, 2003, modifiziert)

| Anforderung | Tego 2000 [®] | Wofasteril [®] E400 |
|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Wirksamkeit | | |
| MHK | 0,00156 % | 0,25 % |
| Bakterizidie | 1 % | 0,2 % |
| Fungizidie | 1 % | 0,2 % |
| Sporozidie | - | 0,25 %* |
| Eiweißbelastung | - | 0,5 % |
| Materialverträglichkeit | | |
| V ₂ A-Stahl | befriedigend/ nicht befriedigend | gut |
| Kunststoffe | gut/ befriedigend | befriedigend |
| Geruch | gut | befriedigend |
| Preis | 3,4 | 1* |
| Toxizität | | |
| Mensch | niedrig | mäßig |
| Umwelt | niedrig | niedrig |
| Rückstände | wenig | sehr wenig |
| Arbeitssicherheit | hoch | mäßig |

*bezogen auf Wofasteril[®] E400 / alcapur[®]

Wie aus Tabelle 29 ersichtlich ist für beide Desinfektionsmittel in den gebräuchlichen Anwendungskonzentrationen eine Wirkung auf vegetative Zellen von Bakterien und Pilzen belegt (DVG, 1999). Dabei weist Peressigsäure einen nur geringgradigen Eiweiß- (MÜCKE et al., 1989) und keinen Kältefehler auf. Für Amphotenside hingegen werden von REUTER (1994) Eiweiß- sowie deutliche Kältefehler beschrieben, die allerdings durch eine Verlängerung der Einwirkzeit und/ oder eine Erhöhung der Anwendungskonzentration ausgeglichen werden können. Auffallend ist der Preisunterschied zu Gunsten von Wofasteril[®] E400 / alcapur[®]. Bezogen auf die Konzentrationsangaben der DVG für Kurzzeitdesinfektion bei 20 °C im belasteten Bereich ist Tego 2000[®] ca. 3,5 mal teurer. Diese wirtschaftlichen Vorteile sollten zwar Berücksichtigung finden, allerdings sind neben der Wirksamkeit die Unbedenklichkeit für Mensch und Umwelt sowie die Aspekte der Arbeitssicherheit Hauptkriterien für die Auswahl eines Desinfektionsmittels. In dieser Hinsicht weist Peressigsäure entscheidende Nachteile auf, die Einschränkungen in der Handhabung bedingen. Die Aggressivität und die Korrosion stellen ein Problem dar. Laut

Herstellerangaben verspricht die Anwendung von Wofasteril E400® in Kombination mit alcapur® eine geringere Aggressivität sowie bessere Materialverträglichkeit.

Aus Anwendungsfehlern können jedoch ernsthafte Gesundheitsproblematiken bei dem mit der Desinfektion betrauten Personal entstehen. Der Anwender muss die Anwendungsvorschriften, insbesondere die Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit den Konzentrationen, genau beachten (REUTER, 1994). Die Installation automatischer Dosiereinrichtungen könnte die Gefahren zwar reduzieren, Anwendungsfehler jedoch nicht völlig ausschließen. Insgesamt betrachtet liegen die Vorteile dahingehend bei Tego 2000®.

Die ausschließliche Verwendung von Wofasteril® E400 / alcapur® in Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr wird nicht befürwortet, da die o.g. Nachteile des Desinfektionsverfahrens in Küchen mit niedriger *B. cereus*-Prävalenz nicht zu tolerieren sind. Im Wesentlichen gilt dies auch für den alternierenden Einsatz von Tego 2000® und Wofasteril® E400 / alcapur®. Vielmehr sollte der entscheidende Vorteil von Wofasteril® E400 / alcapur®- nämlich die gute sporozide Wirkung – gezielt genutzt werden. Im Falle einer behördlich angeordneten Desinfektion im Nachgang einer *B. cereus*-bedingten Gruppenerkrankung liegt die Verwendung des Desinfektionsverfahrens auf Peressigsäurebasis auf der Hand, zumal die Anwendung von Wofasteril® gemäß „Liste der vom Bundesgesundheitsamt geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und –verfahren“ (RKI, 1997) für die Flächendesinfektion zulässig ist und ebenfalls in der DVG-Liste geführt wird. Darüber hinaus ist ein gezielter Einsatz von Wofasteril® E 400/ alcapur® in besonders belasteten Verpflegungseinrichtungen möglich, da die *B. cereus*-Prävalenz aufgrund der nach ZDv 46/28 vorgeschriebenen und jährlich durchgeführten Raum- und Geräteuntersuchung prinzipiell bekannt ist. Denkbar wäre, dass die Überschreitung eines bestimmten Richtwertes für die *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen von Bedarfsgegenständen in Verpflegungseinrichtungen die Anordnung einer gezielten Desinfektionsmaßnahme nach sich ziehen würde. Dazu müsste jedoch der Zusammenhang zwischen der Prävalenz auf den Oberflächen und dem Auftreten von Gruppenerkrankungen einer Risikobewertung unterzogen werden. Aus der unter Praxisbedingungen durchgeführten Studie lassen sich dafür notwendige Daten nicht erheben. Darüber hinaus ist die Verwendung eines Richtwertes unzweckmäßig, da Gruppenerkrankungen multifaktoriell ausgelöst werden und ein Richtwert die Beurteilung des Hygienierisikos in einer Verpflegungseinrichtung durch den veterinärmedizinischen Sachverständigen einschränken könnte. So ist in die Auswertung einer Umgebungsuntersuchung vor allem einzubeziehen, welche kontaminierten Flächen und Gerätschaften zu einem direkten Sporeneintrag in sensible Lebensmittel führen könnten und somit ein erhöhtes Risiko darstellen. Beispielsweise bieten Desserts auf Milchbasis (Pudding, Grießspeisen etc.) enterotoxinbildenden *B. cereus*-Stämmen gute Wachstumsbedingungen, werden in der Gemeinschaftsverpflegung oftmals aus

arbeitstechnischen Gründen nicht zeitnah zum Verzehr hergestellt und durchlaufen aufgrund küchentechnischer Fehler -hohe Schichtdicke sowie späte Portionierung des Kühlgutes, Lagerung bei unzureichenden Temperaturen (DRESSLER, 1997)- den kritischen Temperaturbereich langsam. Eine hohe Prävalenz dieser Stämme auf Arbeitsflächen im Bereich der Gemüsevorbereitung kann so eher toleriert werden als eine geringere Prävalenz von Enterotoxinbildnern in Kesseln zur Herstellung von Puddings, Mengmulden oder Satten. Für Cereulid-bildende *B. cereus*-Stämme ist bekannt, dass das Toxinbildungspotential in mehlhaltigen Lebensmitteln höher ist als in Ei- und Fleischprodukten sowie in Milch (AGATA et al., 2002) und somit auch in diesem Zusammenhang bestimmte Flächen und Gerätschaften ein höheres Risiko beinhalten, wenn sie kontaminiert sind.

Nach derzeitigem Erkenntnisstand sind nur etwa 10-20% der *B. cereus*-Isolate als virulent einzustufen. Das enterotoxische Potential isolierter *B. cereus*-Stämme ist vermutlich über die Quantifizierung der Toxine möglich (MORAVEK et al., 2002), weshalb der bloße Nachweis des Toxinbildungsvermögens durch herkömmliche Testsysteme oder molekularbiologische Differenzierung keine gesicherte Aussage über das Risikopotential ermöglicht.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass der untersuchende Sachverständige abhängig von der *B. cereus*-Prävalenz, der Lokalisation von Isolaten innerhalb der Verpflegungseinrichtung, dem Toxinbildungsvermögen und bei Vorhandensein entsprechender Untersuchungsmethoden dem quantitativen Toxinbildungsvermögen über den Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur® entscheidet.

Im Falle der Entscheidung über die Anwendung des sporozid wirkenden Mittels sollte dieses im Sinne einer Sanierung als Sofortmaßnahme durchgeführt werden und im weiteren Verlauf einen Monat das übliche Desinfektionsverfahren ersetzen. Begleitend muß selbstverständlich die Eintragsquelle identifiziert und mögliche Hygienefehler abgestellt werden. Der Erfolg der Sanierungsmaßnahme wäre in einem geeigneten zeitlichen Abstand nach Abschluss der Maßnahme durch eine erneute mikrobiologische Raum- und Geräteuntersuchung zu überprüfen. Stellt sich dabei heraus, dass in der Einrichtung ein permanenter Keimeintrag und damit eine wiederkehrende *B. cereus*-Problematik besteht, müsste unter Berücksichtigung der notwendigen Arbeitssicherheit (Personalschulung, Dosieranlage) der ausschließliche Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur® in der betreffenden Verpflegungseinrichtung in Erwägung gezogen werden.

Aufgrund der im Rahmen von Katastrophenhilfe und militärischen Operationen bereits diskutierten besonderen Bedeutung der Lebensmittelsicherheit bei gleichzeitig großem Risikopotential von Gruppenerkrankungen ist hier im Sinne des vorbeugenden Schutzes der Einsatzkräfte der ausschließliche Einsatz von Wofasteril® E 400/ alcapur® ebenfalls

angezeigt. Hierfür ist das in der Verpflegungseinrichtung beschäftigte Personal speziell zu schulen.

Abschließend leiten sich jeweils begleitet von Hygienemaßnahmen folgende Empfehlungen für den Desinfektionsmitteleinsatz in Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr ab:

- gezielter Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur®
 - nach *B. cereus*-bedingter Gruppenerkrankung
 - in *B. cereus*-belasteten Küchen im Sinne einer Sanierung
- ausschließlicher Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur®
 - in Einrichtungen mit ausbleibendem langfristigen Sanierungserfolg
 - in Einrichtungen betrieben im Rahmen von Katastrophenhilfe und Auslandseinsätzen