

4. Ergebnisse

4.1 *B. cereus*-Prävalenz auf Oberflächen in Bundeswehrküchen

Für die Abschätzung des Risikos einer Kontamination von Lebensmitteln durch *B. cereus*-behaftete Küchengerätschaften, Einrichtungs- oder sonstige Bedarfsgegenstände wurden die 1999 und 2000 in den Wehrbereichen III und IV durchgeführten mikrobiologischen Hygienestatuskontrollen im Hinblick auf die Oberflächenbelastung von Bedarfsgegenständen mit *B. cereus* ausgewertet (Tab. 6). Der Wehrbereich III entsprach dem Bundesland Nordrhein-Westfalen und der Wehrbereich IV umfasste die Bundesländer Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland. Beide Wehrbereiche wurden 2001 zum Wehrbereich II zusammengefasst.

Tab.6: Im Rahmen mikrobiologischer Kontrollen ermittelte Oberflächenbelastung mit *B. cereus* in Küchen der Bundeswehr (Zeitraum: 1999 und 2000)

WB/ Jahr	Anzahl überprüfter Küchen	Anzahl der Oberflächen- proben	Anzahl der Proben mit positivem Nachweis von <i>B. cereus</i>				Anteil der positiven Proben (in %)
			Toxin positiv	Toxin negativ	Ohne Toxintest	Gesamt	
III / 1999	32	590	30	11	23	64	10,8
IV / 1999	40	687	26	27	33	86	12,5
III / 2000	47	1284	23	34	82	139	10,8
IV / 2000	64	1851	64	57	196	317	17,1
Gesamt	183	4412	143	129	334	606	13,7

WB III: Wehrbereich III = Nordrhein-Westfalen

WB IV: Wehrbereich IV = Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland

Bei insgesamt 4412 untersuchten Oberflächenproben wurde in 606 Fällen (13,7 %) *B. cereus* isoliert. Dabei lag der Anteil positiver Proben bezogen auf das Jahr bzw. den Wehrbereich zwischen 10,8 und 17,1 % und war somit annähernd gleichmäßig verteilt. In 79,8 % der in Tabelle 6 berücksichtigten Einrichtungen war Tego 2000® (Amphotensid) das verwendete Desinfektionsmittel.

4.2 Sporozidie-Prüfung von Tego 2000® und Wofasteril® E400 / alcapur® in Anlehnung an die Richtlinien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel der DVG

Sporozidie-Prüfungen in Anlehnung an die Richtlinien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel (DVG, 2000), bei denen Tego 2000® sowie ein Kombinationsverfahren auf Peressigsäurebasis - Wofasteril® E400 / alcapur® - getestet wurden, sollten Aufschluss darüber geben, inwieweit Desinfektionsmaßnahmen unter alleiniger Anwendung von

Amphotensiden im Hinblick auf die Prävalenz sporenbildender Mikroorganismen in Verpflegungseinrichtungen der Bundeswehr als effektiv zu bewerten sind.

Im Verdünnungstest wurde die minimale Hemmkonzentration (MHK) ermittelt. Tego 2000[®] hatte eine niedrigere MHK (0,0156 %), d.h. die höhere bakteriostatische Wirkung, als das Kombinationsverfahren Wofasteril[®] E400 / alcapur[®], bei dem eine MHK von 0,250% konstatiert wurde. Im Wesentlichen diente der Verdünnungstest dazu, anhand der Erhöhung von MHK-Werten geeignete Inaktivierungssubstanzen für die weitergehende Untersuchung auszuwählen. Für Tego 2000[®] erwies sich der polyvalente Enthemer der DVG bestehend aus 3,0 % Tween 80[®], 0,3 % Lecithin, 3,0 % Saponin, 0,1 % Histidin (Enthemmer 1) als der effektivste. Für Wofasteril[®] E400 / alcapur[®] wurde der Enthemer 3 (3,0 % Tween 80[®], 0,3 % Lecithin, 0,1 % L-Histidin, 0,5 % Na-Thiosulfat) als gut geeignet beurteilt.

Der qualitative Suspensionstest nach der Endpunktmethode der DVG wird mit positiv (+) gewertet, wenn sich der Testkeim im beimpften enthemmerhaltigen Kulturröhrchen vermehrt. Bei einem negativen Ergebnis (-) wird keine Vermehrung im beimpften enthemmerhaltigen Medium nachgewiesen. Tego 2000[®] wird vom Hersteller für eine bakterizide Wirksamkeit bei der Kurzzeitdesinfektion (30 Minuten) in einer Konzentration von 0,5 % für den wenig belasteten und 1,0 % für den belasteten Bereich empfohlen (Tab.7).

Tab.7: Auszug aus der 5. Liste der nach den Richtlinien der DVG geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsmittel für den Lebensmittelbereich (nach DVG, 1999, modifiziert)

Präparat	Temperatur (°C)	Anwendungskonzentration in Volumen-%			
		wenig belasteter Bereich		belasteter Bereich	
		30 min	60 min	30min	60 min
Tego 2000 [®]	20	0,5	0,25	1,0	0,5
	10	2,0	1,0	3,0	1,0
Wofasteril [®] E400	20	0,125	0,125	0,2	0,15
	10	0,125	0,125	0,2	0,15

Tego 2000[®] zeigte, wie aus Tabelle 8 ersichtlich, auch bei erhöhter Konzentration von 2 % nach 60 min Einwirkzeit im qualitativen Suspensionstest keine abtötende Wirkung auf den Testkeim der Spezies *B. cereus*. Dagegen wurden durch das Kombinationsverfahren in einer Konzentration von 0,5 % Wofasteril[®] E400 nach 60 min annähernd alle Sporen im Reaktionsgefäß abgetötet (siehe Tab. 9). Das gleiche Ergebnis konnte bei kürzerer Einwirkzeit von 30 Minuten und erhöhter Konzentration von 2 % Wofasteril[®] E400 festgestellt

werden. Unter Eiweißbelastung mit 10% zugesetztem Rinderserum konnte im Konzentrationsbereich von 0,25 % bis 2,00 % auch beim Kombinationsverfahren keine sporozide Wirkung nachgewiesen werden.

Tab.8: Sporozidie-Prüfung von Tego 2000® im qualitativen Suspensionstest mit und ohne Eiweißbelastung bei 20°C

Tego 2000® - Konzentration	Einwirkzeit: 5 min		Einwirkzeit: 15 min		Einwirkzeit: 30 min		Einwirkzeit: 60 min	
	Rs 0 %	Rs10 %	Rs 0 %	Rs10 %	Rs 0 %	Rs10 %	Rs 0 %	Rs10 %
	2,00 %	+	+	+	+	+	+	+
1,00 %	+	+	+	+	+	+	+	+
0,50 %	+	+	+	+	+	+	+	+
0,25 %	+	+	+	+	+	+	+	+

+: Wachstum
-: kein Wachstum
Rs: Rinderserum

Testkeim: *B.cereus*-Sporen (1,0 x 10⁷ KbE/ml)

Tab.9: Sporozidie-Prüfung von Wofasteril E400® / alcapur® im qualitativen Suspensionstest mit und ohne Eiweißbelastung bei 20°C

Konzentration von Wofasteril E400®	Einwirkzeit: 5 min		Einwirkzeit: 15 min		Einwirkzeit: 30 min		Einwirkzeit: 60 min	
	Rs 0 %	Rs10%	Rs 0 %	Rs10 %	Rs 0 %	Rs10 %	Rs 0 %	Rs10 %
	2,00 %	+	+	+	+	-	+	-
1,00 %	+	+	+	+	+	+	-	+
0,50 %	+	+	+	+	+	+	-	+
0,25 %	+	+	+	+	+	+	+	+

+: Wachstum
-: kein Wachstum
Rs: Rinderserum

Testkeim: *B.cereus*-Sporen (1,0 x 10⁷ KbE/ml)

In den Abbildungen 8 bis 10 und der Tabelle 10 sind die Ergebnisse des **quantitativen Suspensionstests** dargestellt. Anhand der Auswertungen wird deutlich, dass das Desinfektionsmittel Tego 2000® beim Testansatz ohne Eiweißbelastung keinen sporenreduzierenden Effekt aufwies (siehe Abb. 8). Auch bei erhöhter Konzentration (2 %) war die Sporenzahl im Reaktionsgefäß nach einer Einwirkzeit von 60 Minuten noch annähernd so hoch wie die Ausgangskeimzahl.

Testkeim: *B. cereus*-Sporen

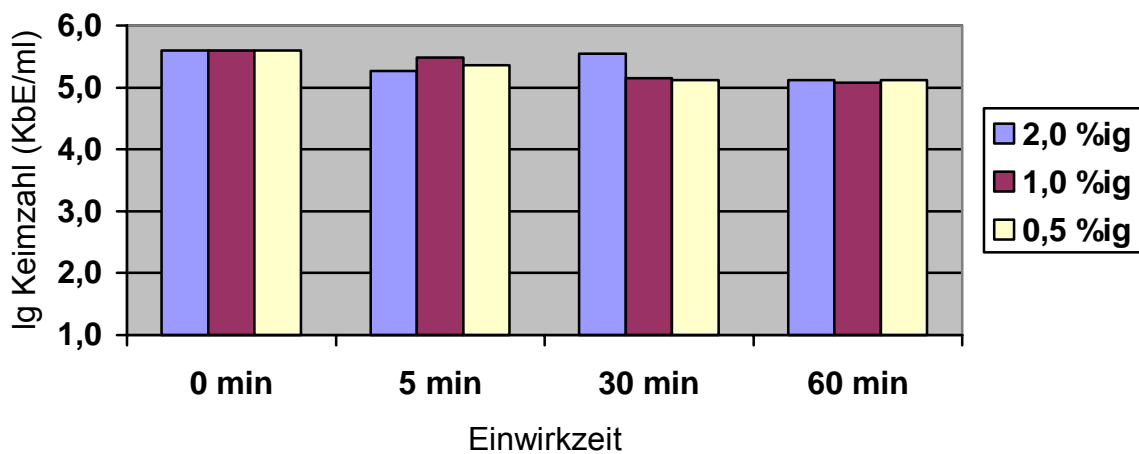


Abb.8: Sporozidie-Prüfung von Tego 2000® im quantitativen Suspensionstest ohne Eiweißbelastung bei 20°C

Aus Abbildung 9 ist ersichtlich, dass bei Verwendung von Wofasteril® E400 / alcapur® im quantitativen **Suspensionstest ohne Eiweißbelastung** eine deutliche Reduktion der Keimzahl erreicht wurde. 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 der verwendeten Konzentrationen (0,5 %) konnte beim Testansatz **unter Eiweißbelastung** schon nach 5 min ein deutlicher sporozider Effekt und nach 60 Minuten Einwirkzeit eine maximale Reduktion der Sporenzahl konstatiert werden (siehe Abbildung 10). Die Nachweisgrenze der durchgeführten Keimzählmethode lag bei einer Keimzahl von 2,0 lg KbE/ml (10^2 KbE/ml). In den Abbildungen wurden Keimzahlen unter der Nachweisgrenze durch den Wert 1,7 lg KbE/ml dargestellt.

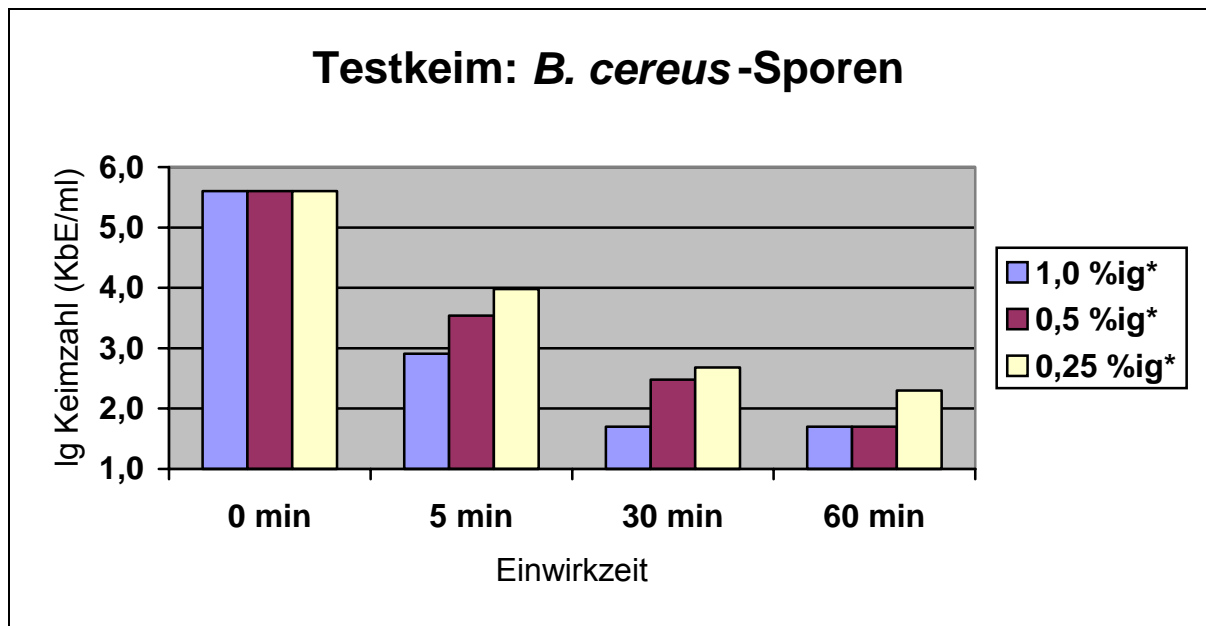


Abb.9: Sporozidie-Prüfung von Wofasteril® E400* / alcapur® im quantiativen Suspensionstest ohne Einweißbelastung bei 20°C

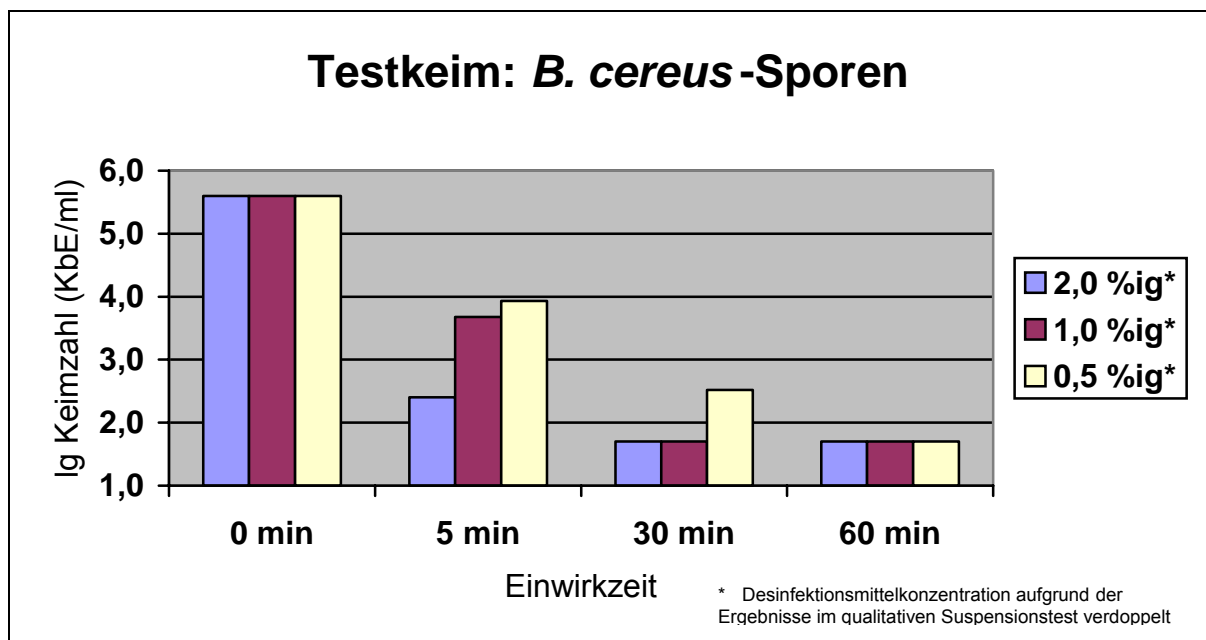


Abb.10: Sporozidie-Prüfung von Wofasteril® E400* / alcapur® im quantitativen Suspensionstest mit Einweißbelastung bei 20°C

In Tabelle 10 sind die Reduktionsfaktoren der quantitativen Suspensionstests mit Wofasteril® E400/ alcapur® mit und ohne Eiweißbelastung aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass ein Reduktionsfaktor von 3 lg KbE – wie von AFNOR (1998) gefordert – bei einer Einwirkzeit von 30 min bei allen Konzentrationen des getesteten Desinfektionsmittels annähernd erzielt wird. Auf die Darstellung der Reduktionsfaktoren des Desinfektionsmittels Tego 2000® wurde wegen seiner fehlenden Wirkung verzichtet.

Tab.10: Reduktionsfaktoren von Wofasteril® E400 / alcapur® – ermittelt im quantitativen Suspensionstest mit und ohne Eiweißbelastung bei 20 °C

Einwirkzeit (min)	Reduktionsfaktoren RF (lg KbE)					
	Ohne Eiweißbelastung bei 20°C (Konzentration Wofasteril® E400)			Mit Eiweißbelastung bei 20°C (Konzentration Wofasteril® E400)*		
	1%	0,5%	0,25%	2%	1,0%	0,5%
5	2,69	2,06	1,62	3,2	1,92	1,67
30	>3,6	3,12	2,92	>3,6	>3,6	3,08
60	>3,6	>3,6	3,3	>3,6	>3,6	>3,6

*Desinfektionsmittelkonzentration aufgrund der Ergebnisse im qualitativen Suspensionstest verdoppelt

4.3 Keimträgertest zur Prüfung der sporoziden Wirksamkeit

Im Keimträgertest wurden die bereits beschriebenen Plättchen aus V₂A-Stahl bzw. Polyethylen (PE) als Keimträger verwendet. Beide Materialien sind in den Küchen der Bundeswehr allgemein üblich. In den Abbildungen 11 und 12 und der Tabelle 11 sind die Einzelergebnisse der Keimträgertests bei einer Einwirkzeit von 30 Minuten zusammengestellt. Die Keimzahlreduktion der beiden getesteten Desinfektionsmittel in der jeweiligen Konzentration können direkt miteinander und mit den Kontrollen verglichen werden. Die Kontrolle 2 entsprach der Ausgangskeimzahl in 50 µl der Sporensuspension, da zu ihrer Bestimmung 50 µl der Sporensuspension direkt in die enthemmerhaltige Bouillon überführt wurde und anschließend die Keimzählung daraus erfolgte. Zur Bestimmung der Kontrolle 1, die in Verbindung mit der Kontrolle 2 zur Abschätzung der methodenimmanenten Verlustrate diente, wurden auf die Keimträger bei jedem Testansatz 50 µl der Sporensuspension aufgetragen und mit 200 µl steriler physiologischer Kochsalzlösung überschichtet. Nach Wiedergewinnung der Sporen wurden Keimzählungen durchgeführt.

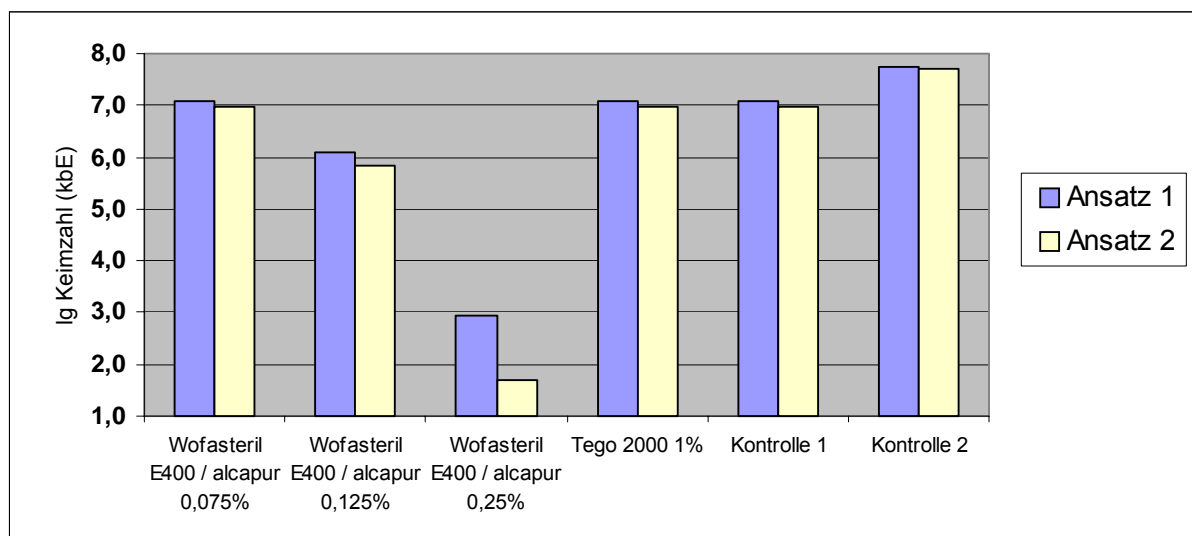


Abb.11: Sporozidie-Prüfung von Tego 2000® und Wofasteril E400® / alcapur im Keimträgertest auf PE-Keimträgern (30 Minuten Einwirkzeit bei 20°C)

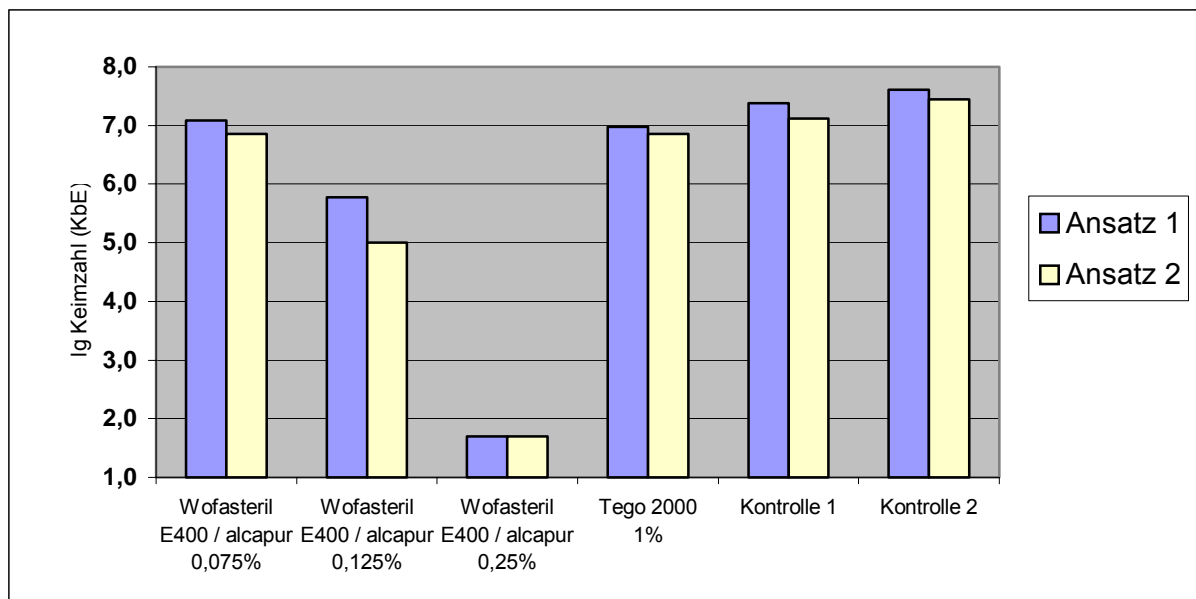


Abb. 12: Sporozidie-Prüfung von Tego 2000[®] und Wofasteril E400[®] / alcapur im Keimträger-test auf V₂A-Keimträgern (30 Minuten Einwirkzeit bei 20°C)

Aus den Abbildungen 11 und 12 ist ersichtlich, dass die methodenimmanente Verlustrate (Kontrolle 2 - Kontrolle 1) bei den Prüfungen mit V₂A-Stahl (Ansatz 1: 0,23 lg KbE; Ansatz 2: 0,34 lg KbE) geringfügig kleiner war als bei denen mit PE (Ansatz 1: 0,63 lg KbE; Ansatz 2: 0,70 lg KbE). Insgesamt sind die Verlustraten sowie ihre Abweichungen bei den jeweiligen Ansätzen als klein zu beurteilen.

Für Wofasteril[®] E400 / alcapur[®] konnte bei einer Konzentration von 0,25% sowohl bei Verwendung von V₂A-Stahl als auch bei PE-Keimträgern eine deutliche Reduktion festgestellt werden. Bei der für den belasteten Bereich empfohlenen Konzentration von 1% Tego 2000[®] war im direkten Vergleich zur Kontrolle 1 die ermittelte Keimzahl nahezu gleich.

Tab.11: Reduktionsfaktoren von Wofasteril[®] E400 / alcapur[®] und Tego 2000[®] - ermittelt im quantitativen Keimträger-test mit PE- und V₂A-Keimträgern bei 20°C

Einwirkzeit 30 min	Reduktionsfaktoren RF (lg KbE)							
	Wofasteril [®] E400						Tego 2000 [®]	
	PE		V ₂ A				PE	V ₂ A
Ansatz	0,075%	0,125%	0,25%	0,075%	0,125%	0,25%	1%	1%
A	0	1,0	4,13	0,3	1,6	>5,38	0	0,4
B	0,03	1,16	>4,99	0,26	2,1	>5,11	0	0,26

Zur exakten Beurteilung der sporoziden Desinfektionsmittelwirkung sind die RF-Werte in Tabelle 11 aufgelistet. Tego 2000[®] ist bei einer Konzentration von 1% bei Anwendung auf V₂A und auf PE als nicht wirksam befunden worden (RF-Werte unter 0,5 log 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 gewählt, um die geringste noch wirksame Desinfektionsmittelkonzentration im praxisnahen Versuch im Hinblick auf die Anwendbarkeit und Arbeitssicherheit des Peressigsäure-Präparats zu ermitteln. Hohe RF-Werte zwischen 4,13 und größer 5,38, die eine gute Wirksamkeit belegen, wurden bei der Konzentration von 0,25% erzielt und bestätigten somit die Ergebnisse des Suspensionstests. Die im Vergleich zum quantitativen Suspensionstest höheren Reduktionsfaktoren beruhen auf einer besseren Sporenausbeute für die Testansätze im Keimträgerstest und der dementsprechend höheren Ausgangskeimzahl.

4.4 Feldversuch zur Prüfung der sporoziden Wirksamkeit

Im **Feldversuch** wurden aus den sieben in die Studie einbezogenen Verpflegungseinrichtungen (Küche A-E) insgesamt 700 Proben (n) auf Oberflächen von Bedarfsgegenständen gezogen. Davon waren 484 Tupfer- (69,1%) und 216 RODAC-Proben (30,9 %). Jeweils 350 Proben wurden von gereinigten Flächen vor der Desinfektion und von Flächen nach Durchführung der Desinfektion gezogen. Vor der Desinfektion waren insgesamt 107 Proben (30,7%) *B. cereus*-positiv (=Prävalenz). Die Prävalenz vor Durchführung der Desinfektion variierte bei den einzelnen Verpflegungseinrichtungen zwischen 10 % und 54%. Nach der Desinfektion betrug die Gesamtprävalenz 12% (42/350). Der Prävalenz-Unterschied vor und nach der Desinfektion lag bei 18%, dies entspricht einer Gesamtreduktion um den Faktor 2,5.

Eine Gesamtübersicht für die einzelnen Desinfektionsverfahren unter Berücksichtigung aller Testküchen ist in Tabelle 12 dargestellt. Die berechnete **Relative Effektivität (RE)** von Wofasteril® E400/ alcapur® gegenüber Tego 2000® ergibt sich aus der Anzahl *B. cereus*-positiver Proben nach Anwendung von Tego 2000® im Verhältnis zur Anzahl positiver Proben nach Wofasteril® E400/ alcapur®-Anwendung. Bei der **RE I** wird die Ausgangsprävalenz nicht berücksichtigt, da die Annahme einer gleichen Prävalenz der zu desinfizierenden Flächen und Gegenstände der Planung der Studie zugrunde lag. Wie aus Tabelle 11 erkennbar ist, besteht für die beiden Testansätze vor der Desinfektion lediglich ein geringfügiger Unterschied der Ausgangsprävalenz von 33% zu 28% auf den beprobten Flächen und Küchengerätschaften. Die **RE II** ist definiert als der Vergleichsfaktor zwischen den *B. cereus*-positiven Proben des Tego 2000®-Ansatzes und des mit Wofasteril® E400 / alcapur® unter Berücksichtigung der tatsächlichen Ausgangsprävalenz.

Anhand der RE II wird deutlich, dass die sporozide Wirkung von Wofasteril® E400 / alcapur® in der Feldstudie unter Berücksichtigung der tatsächlichen Ausgangsprävalenz etwa **6,25-mal effektiver** zu bewerten ist als die von Tego 2000®.

Tab.12: Gesamtübersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen aller Testküchen vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400/ alcapur® bzw. Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

	Gesamtübersicht		Relative Effektivität	
	Vor Desinfektion*	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	58/175 (33%)	37/175 (21%)	7,4	6,25
Wofasteril® E400/ alcapur®	49/175 (28%)	5/175 (3%)		

* Anzahl positiver Proben/ Anzahl Proben gesamt (prozentualer Anteil der positiven Proben)

Zur Klärung der Fragestellung, ob die Desinfektionsmaßnahmen zu einer statistisch signifikanten Reduktion der *B. cereus*-Prävalenz in den Einrichtungen führen und ob unter den Praxisbedingungen der Feldstudie die in den Suspensions- und Keimträgertests deutlich ausgeprägtere Wirksamkeit von Wofasteril® E400 / alcapur® reproduzierbar ist, wurden die Ergebnisse der Feldstudie in Tabelle 13 als Crosstabulation und diese in Abbildung 13 graphisch dargestellt und mit dem McNemar-Test ein p-Wert berechnet.

Je Desinfektionsmittel ist ein Merkmal „Unterschied vor/ nach Desinfektion“ gebildet worden, das für jede Kombination von Probenahmestelle und Probenahmetechnik die Einträge nach „keine Veränderung“, „vorher positiv, nachher negativ“ oder „vorher negativ, nachher positiv“ einordnet. Damit ist eine tabellarische Gegenüberstellung (siehe Tab. 13) für die beiden Desinfektionsmittel erstellt worden.

Tab.13: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkung mittels Crosstabulation

Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion vs. Wofasteril E400®/alcapur®: Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril E400® / alcapur®:			Total
		vorher negativ/ nachher positiv	keine Veränderung	vorher positiv/ nachher negativ	
Tego 2000®:	vorher negativ/nachher positiv	1	2		3
	keine Veränderung	2	112	34	148
	vorher positiv/nachher negativ		11	13	24
Total		3	125	47	175

Mit einem McNemar-Test wurde untersucht, ob die Anzahlen im Dreieck oben rechts und unten links in etwa symmetrisch sind, was hieße, dass die günstigeren Ergebnisse mal bei

dem einen Desinfektionsmittel, mal bei dem anderen zu sehen sind, aber kein systematischer Unterschied zugunsten eines der beiden Desinfektionsmittel zugrunde liegt.

Die Symmetrie-Hypothese kann in diesem Fall abgelehnt werden, da die Überschreitungswahrscheinlichkeit beim McNemar-Test mit einem **p-Wert von 0,001** unterhalb des vorgegebenen Grenzwertes ($p=0,05$) lag.

In der folgenden Abbildung sind die Anzahlen aus der Tabelle 13 noch einmal graphisch veranschaulicht. Jedem der gebildeten Merkmale ('vorher negativ, nachher positiv', 'keine Veränderung', 'vorher positiv, nachher negativ') sind drei unterschiedlich farbige Balken und drei Merkmalsblöcke zugeordnet.

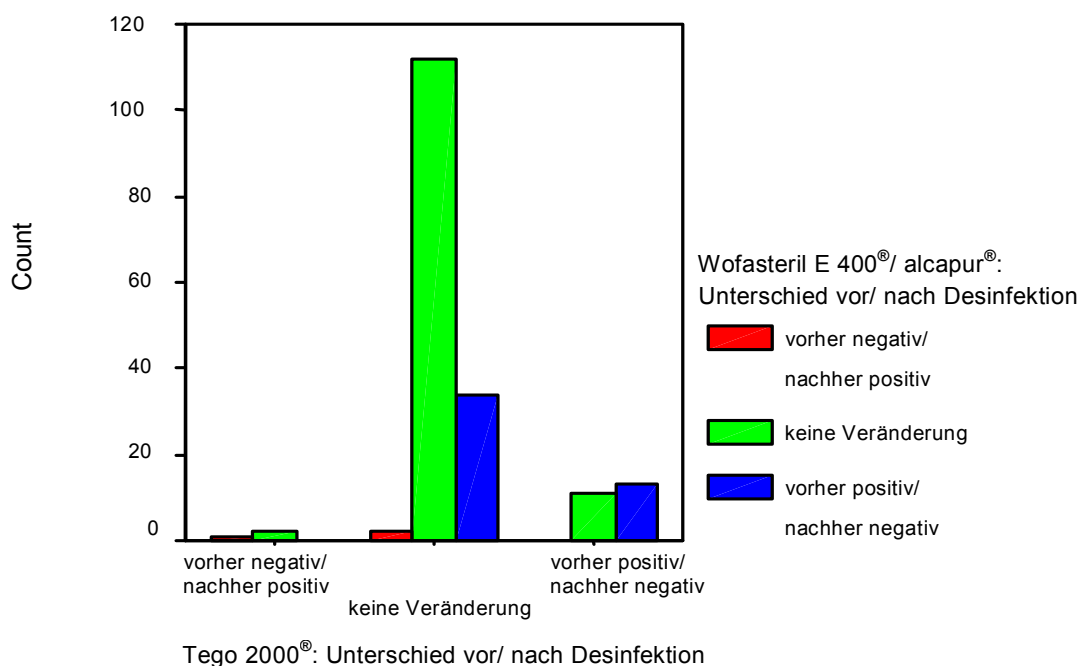


Abb.13: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400®/alcapur®

Hinter dem Merkmal 'vorher negativ, nachher positiv' verbergen sich alle Probenahmestellen, von denen vor Desinfektion kein *B. cereus* isoliert wurde, die nach erfolgter Desinfektion allerdings *B. cereus*-positiv waren. Dieses Merkmal stellt den seltensten ($n=3$ von 350) Fall in der Auswertung des Versuches dar, und ist bedingt durch die bei der Probenahme erfasste kleine Fläche im Vergleich zu der später desinfizierten und wiederum beprobten kompletten Fläche nicht ganz auszuschließen. Aufgrund der Streuung von wenigen KbE auf grossen Oberflächen erfasst die Probenahme von 100 cm² ggf. die vorhandenen Keime nicht, die nach dem Aufbringen des Desinfektionsmittels auf die gesamte Arbeitsfläche bei einer folgenden Probenahme erfasst werden. Beim Merkmal 'keine Veränderung' sind alle Probenahmestellen zusammengefasst, bei denen *B. cereus* vor und nach der Desinfektion nachgewiesen wurden oder die in beiden Fällen keine Belastung aufwiesen. 'Vorher positiv,

nachher negativ' ist das für die Beurteilung eines Desinfektionserfolges entscheidende Merkmal. Da je Desinfektionsmittel ein Merkmal „Unterschied vor/ nach Desinfektion“ gebildet wurde, müsste bei gleicher Wirkung beider Mittel im ersten Block nur der Balken 'vorher negativ, nachher positiv', im zweiten nur 'keine Veränderung' und im dritten nur 'vorher positiv, nachher negativ' zu sehen sein. Bei einem Unterschied zwischen den beiden Desinfektionsverfahren zeigen sich in der graphischen Darstellung in den drei Blöcken unterschiedliche Balken.

Wie die Ergebnisse zeigen, besteht ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der sporoziden Wirkung von Tego 2000® und Wofasteril E400® / alcapur®. Die Verwendung von Wofasteril® E400 / alcapur® unter Praxisbedingungen führt zu einer signifikant stärkeren Reduktion der *B. cereus*-Prävalenz als die im direkten Vergleich geprüfte Anwendung von Tego 2000®.

Analog zur oben dargestellten Gesamtauswertung des Feldversuches unter Berücksichtigung aller Küchen wird im folgenden die Auswertung für die Küchen A bis G getrennt dargestellt. Da der Stichprobenumfang bei Betrachtung der einzelnen erfassten Verpflegungseinrichtungen zu gering war, ist nicht zu erwarten, dass die statistische Auswertung zu einem klaren Ergebnis (statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Desinfektionsverfahren) führt. Demzufolge sind zwar in der crosstabulatorischen Darstellung die Anzahlen in der Regel oben rechts größer als die unten links, jedoch kann eine Asymmetrie und damit ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der sporoziden Wirkung der beiden Desinfektionsverfahren bei keiner der Einzelküchen nachgewiesen werden, da beim McNemar-Test die p-Werte stets über 0,05 liegen. Auch wenn die Versuchsergebnisse der Einzelauswertungen in den sieben Verpflegungseinrichtungen im Gegensatz zur Gesamtauswertung der Feldstudie keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den geprüften Desinfektionsmitteln aufzeigen, können diese dennoch in Relation zum Gesamtergebnis die Kernaussage bestätigen.

Küche A

Der tatsächliche Unterschied zwischen der Anzahl positiver Proben vor der Desinfektion ist in Küche A im Verhältnis zur vermuteten gleichen Ausgangsprävalenz der Probenahmepärchen relativ groß. Aus diesem Grund muss die tatsächliche Ausgangsprävalenz in die Bewertung einbezogen werden (REII), um aussagekräftige Daten zu erhalten. In Küche A ist der Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur® im Vergleich zu Tego 2000® als >4-mal effektiver zu bewerten.

Tab.14: Übersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Testküche A vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

Übersicht Küche A			Relative Effektivität (RE)	
	Vor Desinfektion	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	12/25	6/25	6	>4
Wofasteril® E400/ alcapur®	8/25	0/25		

Tab.15: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in Küche A mittels Cross-tabulation

Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion vs. Wofasteril® E400/alcapur®: Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril® E400/alcapur®:		Total
		keine Veränderung	vorher positiv/nachher negativ	
Tego 2000®:	keine Veränderung	14	5	19
	vorher positiv/nachher negativ	3	3	6
Total		17	8	25

Das Merkmal ‚vorher positiv/nachher negativ‘ wurde Tego 2000® 6 Mal und Wofasteril® E400/ alcapur® 8-Mal zugeordnet.

Im χ^2 -Test nach McNemar liegt der p-Wert (Überschreitungswahrscheinlichkeit) für den Versuch in Küche A bei 0,727. Die Symmetrie-Hypothese kann somit nicht abgelehnt werden. Trotz fehlender statistischer Signifikanz für diesen Testansatz wird durch die Einzelauswertung von Küche A das Gesamtergebnis bestätigt.

In Abbildung 14 sind die Werte aus der Crosstabulation graphisch dargestellt.

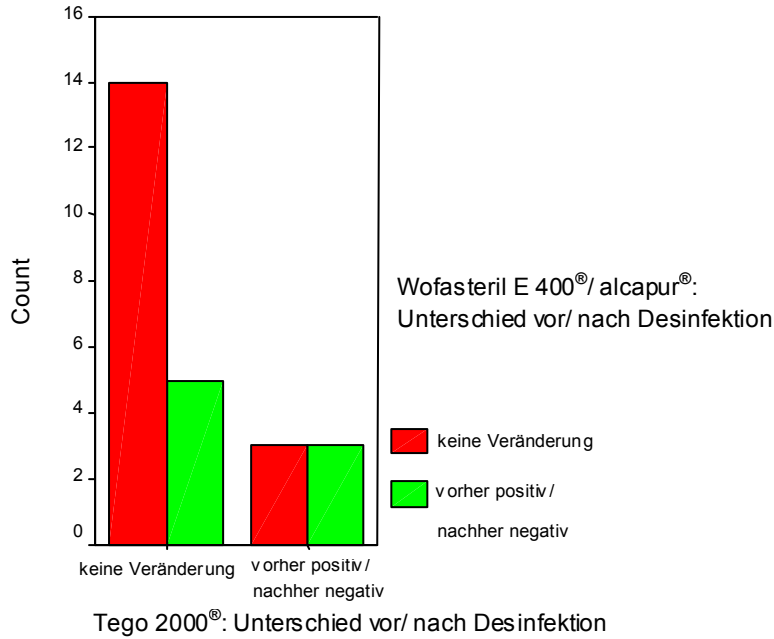


Abb.14: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400® /alcapur in Testküche A

Den beiden gebildeten Merkmalen ('keine Veränderung', 'vorher positiv, nachher negativ') sind zwei unterschiedlich farbige Balken und zwei Merkmalsblöcke zugeordnet. Der Unterschied zwischen den Desinfektionsverfahren wird daran deutlich, dass in beiden Blöcken unterschiedliche Balken vorhanden sind.

Küche B

Ebenso wie bei Küche A ist der tatsächliche Unterschied zwischen der Anzahl positiver Proben vor der Desinfektion in Küche B im Verhältnis zur vermuteten gleichen Ausgangsprävalenz der Probenahmeplätze relativ groß. Aus diesem Grund muss die tatsächliche Ausgangsprävalenz in die Bewertung einbezogen werden (REII), um aussagekräftige Daten zu erhalten. In Küche B ist der Einsatz von Wofasteril® E400 / alcapur® im Vergleich zu Tego 2000® als ca. 6,7-mal effektiver zu bewerten.

Tab.16: Übersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Testküche B vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

	Übersicht Küche B		Relative Effektivität	
	Vor Desinfektion	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	12/25	10/25	10	6,7
Wofasteril® E400/ alcapur®	8/25	1/25		

Tab.17: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in Küche B mittels Cross-tabulation

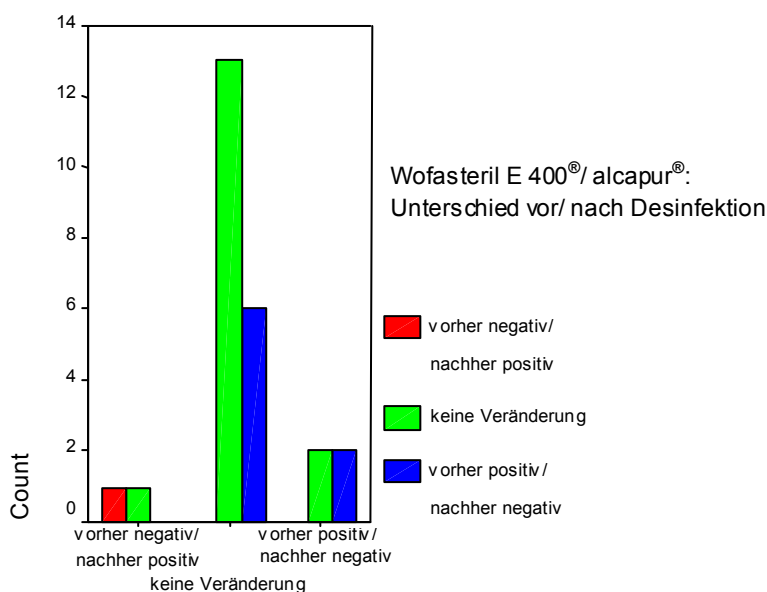
Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion * Wofasteril E400®/alcapur®: Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril E400® / alcapur®:			Total
		vorher negativ/ nachher positiv	keine Veränderung	vorher positiv/ nachher negativ	
Tego 2000®:	vorher negativ/nachher positiv	1	1		2
	keine Veränderung		13	6	19
	vorher positiv/nachher negativ		2	2	4
Total		1	16	8	25

Das Merkmal ‚vorher positiv/nachher negativ‘ wurde Tego 2000® 2-mal und Wofasteril® E400 / alcapur® 7-mal zugeordnet.

Im χ^2 -Test nach McNemar liegt der p-Wert (Überschreitungswahrscheinlichkeit) für den Versuch in Küche B bei 0,180. Die Symmetrie-Hypothese kann somit nicht abgelehnt werden. Trotz fehlender statistischer Signifikanz für diesen Testansatz wird durch die Einzelauswertung von Küche B das Gesamtergebnis bestätigt.

In Abbildung 15 sind die Werte aus der Crosstabulation graphisch dargestellt.



Tego 2000®: Unterschied vor/ nach Desinfektion

Abb.15: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400®/alcapur in Testküche B

Es konnten drei unterschiedliche Merkmale (‚vorher negativ, nachher positiv‘, ‚keine Veränderung‘, ‚vorher positiv, nachher negativ‘) gebildet werden. Der Unterschied zwischen den Desinfektionsverfahren ist in der graphischen Darstellung anhand der in den Merkmalsblöcken befindlichen unterschiedlichen Balken erkennbar.

Küche C

Der tatsächliche Unterschied zwischen der Anzahl positiver Proben vor der Desinfektion ist bei den Probenahmestellenpärchen in Küche C gering. Die Relative Effektivität in Küche C spricht trotz der insgesamt niedrige Ausgangsprävalenz in dieser Verpflegungseinrichtung für Wofasteril® E400 / alcapur® (>2,4-mal effektiver im Vergleich zu Tego 2000®).

Tab.18: Übersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Testküche C vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

Übersicht Küche C			Relative Effektivität	
	Vor Desinfektion	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	3/25	2/25	2	>2,4
Wofasteril® E400/ alcapur®	4/25	0/25		

Tab.19: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in Küche C mittels Cross-tabulation

Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion vs. Wofasteril® E400/alcapur®: Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril® E400/alcapur®:		Total
		keine Veränderung	vorher positiv/nachher negativ	
Tego 2000®:	keine Veränderung	21	3	24
	vorher positiv/nachher negativ		1	1
Total		21	4	25

Das Merkmal ‚vorher positiv/nachher negativ‘ wurde Tego 2000® 1-mal und Wofasteril® E400/ alcapur® 4-mal zugeordnet.

Im χ^2 -Test nach McNemar liegt der p-Wert (Überschreitungswahrscheinlichkeit) für den Versuch in Küche C bei 0,250. Die Symmetrie-Hypothese kann somit nicht abgelehnt werden. Trotz fehlender statistischer Signifikanz für diesen Testansatz wird durch die Einzelauswertung von Küche B das Gesamtergebnis bestätigt.

In Abbildung 16 sind die Werte aus der Crosstabulation graphisch dargestellt.

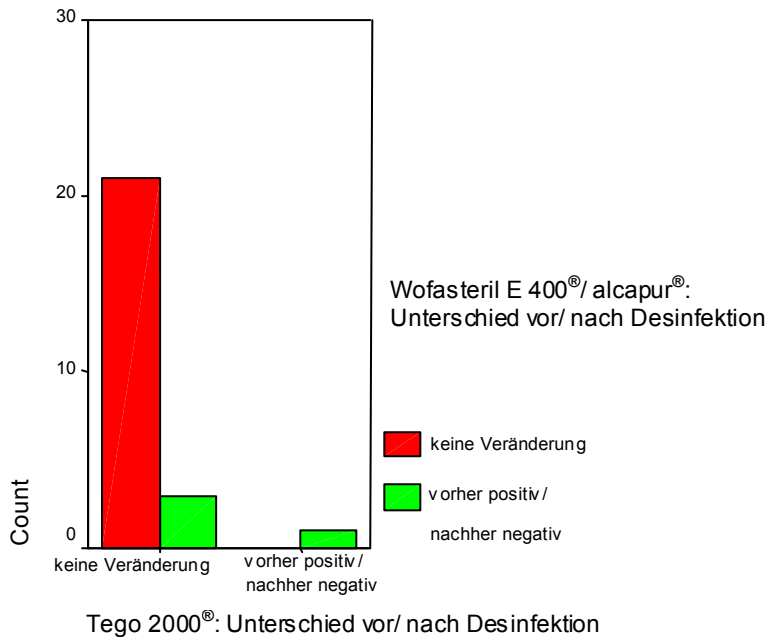


Abb.16: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400® /alcapur in Testküche C

Küche D

Bei Küche D handelte es sich um die Einrichtung, welche im Rahmen des Feldversuches die höchste *B. cereus*-Ausgangsprävalenz aufwies. Deutlich kann anhand der Relativen Effektivitäten der Unterschied in der sporoziden Wirkung der geprüften Desinfektionsverfahren dargestellt werden. Wofasteril® E400 / alcapur® ist unter Berücksichtigung der tatsächlichen Ausgangsprävalenz als >6,4-mal effektiver zu bewerten. Von den 12 positiven Probenahmestellen war nach Desinfektion mit dem Peressigsäurepräparat kein *B. cereus*-Nachweis mehr möglich.

Tab.20: Übersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Testküche D vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

	Übersicht Küche D		Relative Effektivität	
	Vor Desinfektion	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	15/25	8/25	8	>6,4
Wofasteril® E400/ alcapur®	12/25	0/25		

Tab.21: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in Küche D mittels Cross-tabulation

Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion vs. Wofasteril® E400/alcapur®: Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril® E400/alcapur®:		Total
		keine Veränderung	vorher positiv/ nachher negativ	
Tego 2000®:	keine Veränderung	10	8	18
	vorher positiv/nachher negativ	3	4	7
Total		13	12	25

Das Merkmal ‚vorher positiv/nachher negativ‘ wurde Tego 2000® 7-mal und Wofasteril® E400 / alcapur® 12-mal zugeordnet.

Im χ^2 -Test nach McNemar liegt der p-Wert (Überschreitungswahrscheinlichkeit) für den Versuch in Küche D bei 0,227. Die Symmetrie-Hypothese kann somit nicht abgelehnt werden. Die Einzelauswertung aus Küche D bestätigt das Gesamtergebnis deutlich.

In Abbildung 17 sind die Werte aus der Crosstabulation graphisch dargestellt.

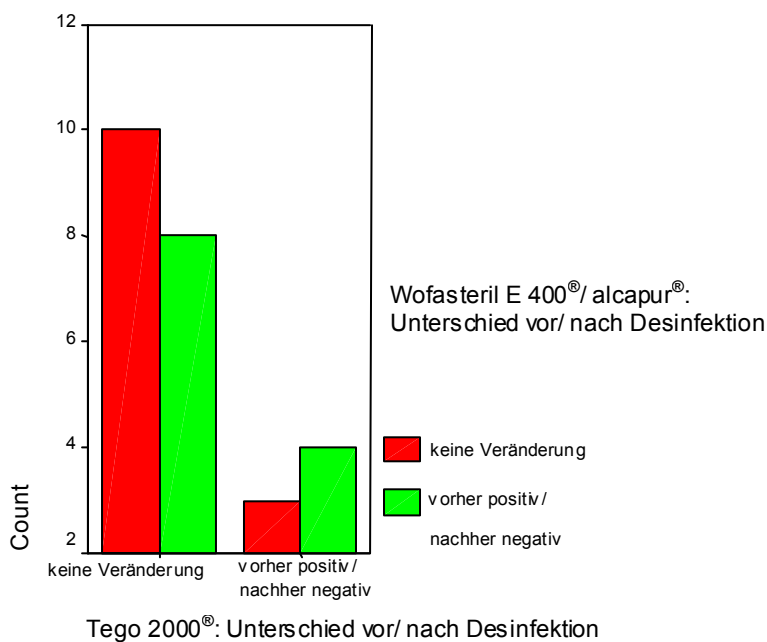


Abb.17: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400® /alcapur in Testküche D

Küche E

Auch in Küche E zeige Wofasteril® E400 / alcapur® Vorteile in der sporoziden Wirkung im eigentlichen Anwendungsbereich gegenüber Tego 2000® und wirkte unter Berücksichtigung der tatsächlichen Ausgangsprävalenz etwa 2,7-mal effektiver.

Tab.22: Übersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Testküche E vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

	Übersicht Küche E		Relative Effektivität	
	Vor Desinfektion	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	9/25	7/25	3,5	2,7
Wofasteril® E400/ alcapur®	7/25	2/25		

Tab.23: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in Küche E mittels Crosstabulation

Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion vs. Wofasteril E400®/alcapur®: Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril E400® / alcapur®:			Total
		vorher negativ/ nachher positiv	keine Veränderung	vorher positiv/ nachher negativ	
Tego 2000®:	vorher negativ/nachher positiv		1		1
	keine Veränderung	1	16	4	21
	vorher positiv/nachher negativ		1	2	3
Total		1	18	6	25

Das Merkmal ‚vorher positiv/nachher negativ‘ wurde Tego 2000® 2-mal und Wofasteril® E400 / alcapur® 5-mal zugeordnet.

Im χ^2 -Test nach McNemar liegt der p-Wert (Überschreitungswahrscheinlichkeit) für den Versuch in Küche C bei 0,453. Die Symmetrie-Hypothese kann somit nicht abgelehnt werden. Trotz fehlender statistischer Signifikanz bestätigt auch dieser Versuch in Küche E das Gesamtergebnis.

In Abbildung 18 sind die Werte aus der Crosstabulation graphisch dargestellt

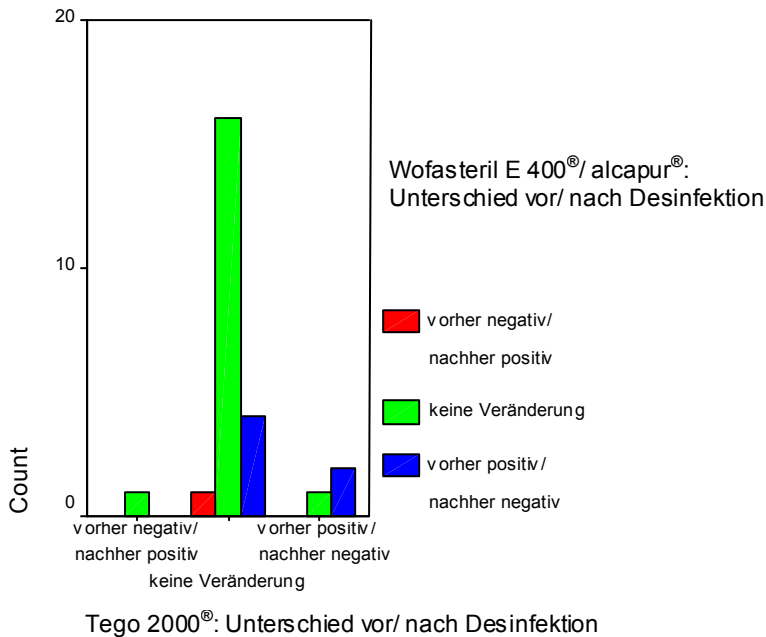


Abb.18: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400®/alcapur in Testküche E

Küche F

Wofasteril® E400 / alcapur® wirkte im Vergleich zu Tego 2000® unter Berücksichtigung der tatsächlichen Ausgangsprävalenz 2,1-mal effektiver.

Tab.24: Übersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Testküche F vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

	Übersicht Küche F		Relative Effektivität	
	Vor Desinfektion	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	5/25	3/25	1,5	2,1
Wofasteril® E400/ alcapur®	7/25	2/25		

Tab.25: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in Küche F mittels Cross-tabulation

Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion vs. Wofasteril E400®/alcapur®: Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril E400® / alcapur®:			Total
		vorher negativ/ nachher positiv	keine Veränderung	vorher positiv/ nachher negativ	
Tego 2000®:	keine Veränderung	1	17	5	23
	vorher positiv/nachher negativ	1	1	1	2
Total		1	18	6	25

Das Merkmal ‚vorher positiv/nachher negativ‘ wurde Tego 2000® 2-mal und Wofasteril® E400 / alcapur® 5-mal zugeordnet.

Der p-Wert war nicht ermittelbar.

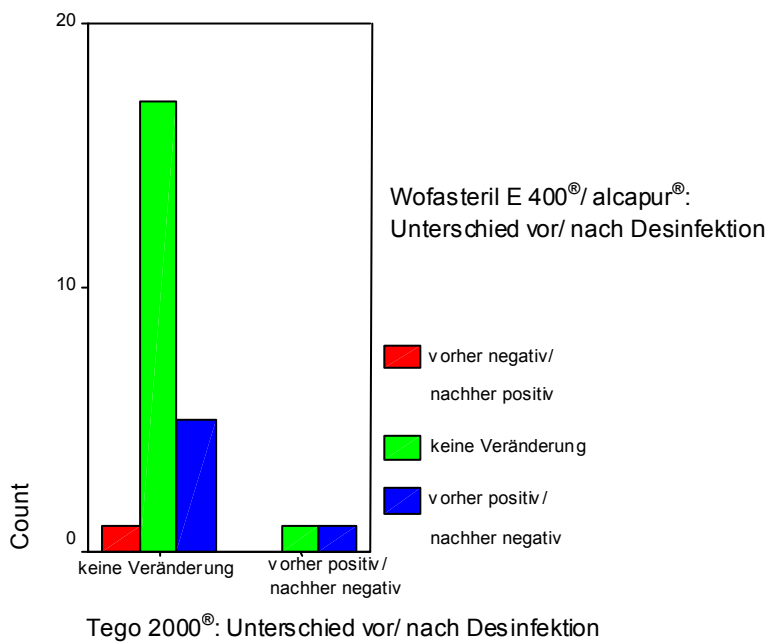


Abb.19: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400® /alcapur in Testküche F

Küche G

Die RE II in Küche G spricht trotz der insgesamt niedrige Ausgangsprävalenz in dieser Verpflegungseinrichtung für Wofasteril® E400 / alcapur® (>1,5-mal effektiver im Vergleich zu Tego 2000®).

Tab.26: Übersicht der *B. cereus*-Prävalenz auf den Oberflächen der Testküche G vor und nach der Desinfektion mit Wofasteril® E400 / alcapur® und Tego 2000® sowie der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

Übersicht Küche G			Relative Effektivität	
	Vor Desinfektion	Nach Desinfektion	RE I	RE II
Tego 2000®	2/25	1/25	1	>1,5
Wofasteril® E400/ alcapur®	3/25	0/25		

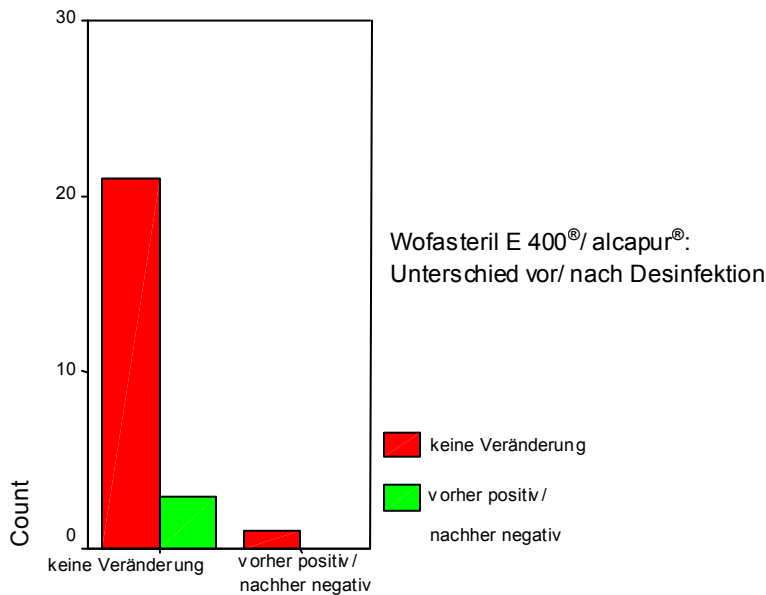
Tab.27: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in Küche G mittels Cross-tabulation

Tego 2000®: Unterschied vor/nach Desinfektion vs. Wofasteril® E400/alcapur®:
Unterschied vor/nach Desinfektion

		Wofasteril® E400/alcapur®:		Total
		keine Veränderung	vorher positiv/ nachher negativ	
Tego 2000®:	keine Veränderung	21	3	24
	vorher positiv/nachher negativ	1		1
Total		22	3	25

Das Merkmal vorher 'positiv/nachher negativ' wurde Tego 2000® 1-mal und Wofasteril® E400 / alcapur® 3-mal zugeordnet.

Der p-Wert nach dem McNemar-Test liegt bei 0,625.



Tego 2000®: Unterschied vor/ nach Desinfektion

Abb.20: Graphisch veranschaulichte Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen von Tego 2000® und Wofasteril E400® /alcapur in Testküche G

Zusammenfassend kann festgestellt werden: die niedrige Ausgangsprävalenz in den Küchen C, F und G bedingt die geringe Relative Effektivität (RE I und RE II) von Wofasteril® E400/ alcapur® gegenüber Tego 2000®. Zwar waren nach der Anwendung von Wofasteril® E400/ alcapur® in den Küchen C und G keine und in der Küche F lediglich zwei Proben positiv, jedoch konnte eine starke Reduktion nicht dargestellt werden, da in den genannten Küchen lediglich 2 bis 7 von 25 Proben vor der Desinfektion positiv waren. Dennoch wird anhand der RE-Werte aus Tabelle 28 ersichtlich, dass die sporozide Wirkung von Wofasteril® E400 / alcapur® in allen Küchen stärker ist als bei Tego 2000®, was das grundsätzliche Ergebnis, dass die Anwendung von Wofasteril® E400 / alcapur® zu einer stärkeren Reduktion der *B.cereus*-Prävalenz führt als die vergleichsweise Anwendung von Tego 2000®, bestätigt.

Tab.28: Gegenüberstellung der Desinfektionsmittelwirkungen in den Küchen A bis G anhand der Relativen Effektivität (RE I und RE II)

Verpflegungseinrichtung	Küche A	Küche B	Küche C	Küche D	Küche E	Küche F	Küche G	Gesamt
Relative Effektivität								
RE I	6	10	2	8	3,5	1,5	1	7,4
RE II	>4	6,7	>2,4	>6,4	2,7	2,1	>1,5	6,25