

Antibakterielle Standards und Produkte in unserem täglichen Leben

Tatsuaki Tanaka, Yumiko Arakawa und Lei Yumoto

1. Einleitung

In den letzten Jahren haben die Wünsche der Verbraucher nach Reinheit und Sicherheit zugenommen und der Markt für antibakteriell behandelte Produkte weitet sich aus. Auch bislang wurden antifungale und schimmelabweisende Mittel verwendet, angefangen bei Produkten des täglichen Lebens bis hin zur Prävention mikrobieller Qualitätsbeeinflussung bei Industrieprodukten, aber nun werden unabhängig von dieser Strömung „antibakterielle Produkte“ vom Markt anerkannt, die wegen des Verbraucherwunschs nach Reinheit mit antibakteriellen Mitteln behandelt wurden. Allerdings gibt es keine Rechtsverordnung zum Wort „antibakteriell“ und sowohl in der Branche als auch in der Wissenschaft gibt es weder eine gemeinsame Definition noch ein gemeinsames Verständnis, so dass es eine Diskrepanz zwischen Verständnis und Wahrnehmung der Verbraucher auf der einen Seite und den Unternehmen auf der anderen Seite gibt.

In Untersuchungen wurde herausgefunden, dass 13,7% der in einem Versandhandelskatalog aufgeführten Produkte (577 von insgesamt 4221 Artikeln) mit Angaben zu antibakteriellen oder geruchsvorbeugenden Eigenschaften versehen waren, 19,8% davon wurden als Angaben zur antibakteriellen Behandlung identifiziert. Bei einer Umfrage bei 100 Personen zu Forderungen und Unsicherheiten beim Kauf von Produkten mit Angaben zu antibakterieller Behandlung, bei der frei geantwortet werden konnte, äußerten 42 Personen Zweifel zur Wirkung.

Um die Diskrepanz im Verständnis von antibakteriellen Produkten zwischen Verbraucher und Unternehmen zu beseitigen, wurde in dieser Arbeit die Vertrauenswürdigkeit von Angaben zu antibakterieller Verarbeitung überprüft und angestrebt, einen Vorschlag auszuarbeiten, um den Angaben Vertrauenswürdigkeit zu verleihen.

Konkret wurde wie unten verfahren:

1. Antibakteriell behandelte Produkte wurden auf antibakterielle Eigenschaften geprüft und diese bewertet.
2. In der Erwartung, dass sich die antibakteriellen Eigenschaften im Laufe des praktischen Gebrauchs verringern, wurde als einer der Tests zu Dauerhaftigkeit auch ein Test zur Widerstandsfähigkeit gegen Wasser durchgeführt.

2. Tests auf antibakterielle Eigenschaften antibakteriell behandelter Produkte

2.1 Material

42 neue Artikel des täglichen Bedarfs, darunter 26 mit Angaben zu antibakterieller Behandlung und 16 ohne Angaben als Vergleichsprodukte wurden Tests zu antibakteriellen Eigenschaften unterzogen. In *Tabelle 1* sind die Materialien aufgeführt.

Tabelle 1. Versuchsmaterial.

Produkt	Methoden	Angabe		Anzahl pro Produkt
		ja	nein	
Schwamm	Tabelle 2-1	8	5	13
Gummihandschuhe	Tabelle 2-2	3	4	8
Wattestäbchen	Tabelle 2-1	3	1	4
Atemmaske		1	2	3
Kosmetikwattebausch		3	0	3
Spülbürste	Tabelle 2-3	2	2	4
Wollfaden	Tabelle 2-1	1	1	2
Aufschäumnetz für Gesichtswaschmittel		1	0	1
Staubsaugerbeutel		1	0	1
Kleidung		1	0	1
Einlegepapier für Schränke		1	0	1
Küchenfolie		1	0	1
Summe	Tabelle 2-3	26	16	42

2.2 Methoden

Nach JIS Z 2801 (Tests zu antibakteriellen Eigenschaften und antibakterieller Wirkung von antibakteriell behandelten Produkten) wurden entsprechend der Werkstoffeigenschaften [1] die Zahl der überlebenden Bakterien gemessen, [2] mit einem Film ein Abzüge gemacht [3] oder die Shake Flask Methode durchgeführt. Eine Übersicht über die Testmethoden ist in *Tabelle 2* aufgeführt. Der in *Tabelle 3* angeführte Wert zur aktiven antibakteriellen Wirkung liegt dem Standard zu antibakteriellen Eigenschaften zu Grunde und an Hand dessen wurden je nach Testerregger und Produkt die antibakteriellen Eigenschaften bewertet. Je nach Produkt wurden solche in „antibakterielle Eigenschaften vorhanden“ klassifiziert, die den Standard sowohl zu *Staphylococcus aureus* als auch zu Kolibakterien erfüllten

Ermittlung des Werts zu aktiven antibakteriellen Eigenschaften

Tabelle 2. Materialien und Methoden.

1. Messen der überlebenden Bakterien nach JIS L 1902	
Testmaterialien	Materialien, die Wasser aufnehmen
Testbeschreibung	0,1 g des feingeschnittenen Materials in ein Fläschchen mit Schraubverschluss geben und 15 min bei 121 °C Hochdruckdampfsterilisieren
Menge der inokulierten Bakterienemulsion	Bis genügend Bakterienemulsion (10 ⁵ -10 ⁶ KBE/ml) auf die Testmaterialien übergegangen ist
Kultur	35 °C, 24 h
Waschen der Bakterienemulsion	Herstellung einer 10-fach verdünnten Emulsion nach Zugabe von 10 ml zu SCDLP-Agar
2. Filmabzugsmethode: nach JIS Z 2801	
Testmaterialien	hydrophobe Materialien, Folien
Testbeschreibung	Eine Probe von 5 cm × 5 cm in eine Glasschale geben und 15 min bei 121 °C Hochdruckdampfsterilisieren
Menge der inokulierten Bakterienemulsion	Nach Inokulation von 0,4 ml Bakterienemulsion (10 ⁵ -10 ⁶ KBE/ml) 4 cm × 4 cm Film auf inokulierte Stellen legen
Kultur	35 °C, 24h
Waschen der Bakterienemulsion	Herstellung einer 10-fach verdünnten Emulsion nach Zugabe von 10 ml zu SCDLP-Agar
3. Shake Flask Methode (nach Testverfahren des Rats für Technik antibakterieller Produkte)	
Testmaterialien	besonders geformte Dinge oder kleine Dinge
Testbeschreibung	0,1 g des feingeschnittenen Materials in eine dreieckige Flasche mit Deckel geben und 15 min bei 121 °C Hochdruckdampfsterilisieren
Menge der inokulierten Bakterienemulsion	Inokulation von 0,1 ml (10 ⁸ KBE/ml), nachdem mit 10 ml physiologischer Kochsalzlösung versetzt wurde
Kultur	35 °C, 150 rpm, 24 h, Kultur unter Erschütterung
Waschen der Bakterienemulsion	Herstellung einer 10-fach verdünnten Emulsion
1.2.3.	
Nachweis überlebender Bakterien	Nach 24 h Kultur auf SCDLP-Agar bei 35 °C Auszählung der überlebenden Bakterien

Tabelle 3. Richtlinie zu antibakteriellen Eigenschaften aufgrund des Werts antibakterieller Aktivität.

Antibakterielle Eigenschaften	Wert der antibakteriellen Aktivität (R)
ja	größer als 2,0
nein	kleiner als 2,0

erstellt nach JIS Z 2801

$$R = [\log(B/A) - \log(C/A)] = [\log(B/C)]$$

R: Wert zu aktiven antibakteriellen Eigenschaften

A: Zahl der überlebenden Bakterien direkt nach der Inokulation im unbehandelten Testmaterial (Stück)

B: Zahl der überlebenden Bakterien 24 h nach der Inokulation im unbehandelten Testmaterial (Stück)

C: Zahl der überlebenden Bakterien 24 h nach der Inokulation im behandelten Testmaterial (Stück)

2.3 Ergebnisse und Interpretation

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse nach Produkten geordnet, in Tabelle 5 nach dem getesteten Erreger geordnet aufgeführt.

- Von allen Produkten hatten 69% der Produkte mit Angabe (18 von 26) eine antibakterielle Wirkung, 8 hatten keine solche Wirkung. Bei Produkten ohne Angabe hatten 50% eine antibakterielle Wirkung (8 von 16). Der Anteil von Produkten mit antibakterieller Wirkung war höher bei Produkten mit Angaben zur antibakteriellen Wirkung.
- Bei den Schwämmen konnten bei 88% der Produkte mit Angabe (7 von 8) und 20% der Produkte ohne An-

gabe (1 von 5) eine antibakterielle Wirkung festgestellt werden. Der Anteil der Produkte mit antibakterieller Wirkung war deutlich höher unter den Produkten mit Angabe.

- Bei Gummihandschuhen hatten 67% der Produkte mit Angabe (2 von 3) und alle 5 der Produkte ohne Angabe eine antibakterielle Wirkung. Der Anteil der Produkte mit antibakterieller Wirkung war bei den Produkten ohne Angabe höher.
- Bei Spülbürsten hatten alle Produkte, ob mit Angabe oder ohne, eine antibakterielle Wirkung. Es konnte

Tabelle 4. Resultate der Tests zu antibakteriellen Eigenschaften, geordnet nach Material.

Produkt	Anteil der Produkte mit antibakterieller Wirkung			
	mit Angaben*		ohne Angaben*	
Schwamm	7/8	88%	1/5	20%
Gummihandschuhe	2/3	67%	5/5	100%
Spülbürste	2/2	100%	2/2	100%
Atemmaske	0/1	0%	0/2	0%
Wattestäbchen	0/3	0%	0/1	0%
Wollfaden	0/1	0%	0/1	0%
Kosmetikwattebausch	3/3	100%		-
Aufschäumnetz für Gesichtswaschmittel	1/1	100%		-
Küchenfolie	1/1	100%		-
Einlegepapier für Schränke	1/1	100%		-
Staubsaugerbeutel	1/1	100%		-
Kleidung	0/1	0%		-
Summe	18/26	69%	8/16	50%

*) Zahl 1/Zahl 2 gelesen: Zahl 1 von Zahl 2

Tabelle 5. Resultate der Tests zu antibakteriellen Eigenschaften, geordnet nach Erreger.

Erreger	mit antibakteriellen Eigenschaften		
	mit	ohne	gesamt
<i>Staphylococcus aureus (Sa)</i>	25/26 (96%)	14/16 (88%)	39/42 (93%)
Kolibaktierien (<i>Ec</i>)	18/26 (69%)	8/16 (50%)	26/42 (62%)
<i>Sa</i> und <i>Ec</i>	17/26 (65%)	8/16 (50%)	25/42 (60%)

Text in der Zeile unklar

kein Unterschied zwischen solchen mit und solchen ohne Angabe festgestellt werden.

- Bei Atemmasken, Wattestäbchen und Wolle konnte weder bei Produkten mit noch ohne Angabe eine antibakterielle Wirkung festgestellt werden. Unterschiede je nach Vorhandensein einer Angabe konnten nicht festgestellt werden.
- Unterschieden nach Erregerart konnten bei *Staphylococcus aureus* bei 96% der Produkte mit Angabe (25 von 26) und 88% bei solchen ohne Angabe (14 von 16) eine antibakterielle Wirkung erkannt werden, bei den Kolibakterien waren es 69% der Produkte mit Angabe (18 von 26) und 50% der Produkte ohne Angabe (8 von 16). Ein großer Anteil der Produkte mit Angaben hatte antibakterielle Wirkung gegen beide Erreger.

3. Wasserwiderstandsfähigkeitstest an Produkten mit nachgewiesener antibakterieller Wirkung

3.1 Ziel

Antibakterielle Produkte, die an feuchten Stellen wie in der Küche benutzt werden, büßen vermutlich ihre antibakterielle Wirkung ein, wenn sie während des Gebrauchs

mit Wasser in Kontakt kommen. Die in 2 als Produkte mit antibakterieller Wirkung klassifizierten 11 Produkte, die mit Wasser in Berührung kommen, wurden einem Wasserwiderstandsfähigkeitstest unterzogen, um die Dauerhaftigkeit der antibakteriellen Wirkung nachzuweisen.

3.2 Methoden

Die Tests wurden entsprechend der Methoden zu Wasserwiderstandsfähigkeitstests des Rats für die Technik antibakterieller Produkte durchgeführt.

Testmaterial und eine bestimmte Menge destilliertes Wasser (pro 1,0 cm² Testfläche $0 \pm 0,4$ ml) wurden in Fläschchen mit Schraubverschluss gegeben und die Temperatur auf 50°C eingestellt. Nach 12 h Immersion wurde das Testgefäß herausgenommen, das Wasser abgegossen und zügig zwei Tests zu antibakteriellen Eigenschaften durchgeführt.

3.3 Ergebnisse und Interpretation

In *Tabelle 6* sind die Werte antimikrobieller Aktivität der jeweiligen Materialien vor und nach dem Wasserwiderstandsfähigkeitstest sowie die Bewertung der antimikrobiellen Eigenschaften aufgeführt. Außerdem sind in den *Tabellen 7* und *8* die Beurteilungen der antimikrobiellen Eigenschaften je nach Produkt bzw. je nach Erreger aufgeführt

Von allen 11 Produkten konnten bei 8 eine Wasserwiderstandsfähigkeit festgestellt werden.

Bei 2 von 7 Schwämmen sanken die antimikrobiellen Eigenschaften unter den Richtlinienwert und eine Wasserwiderstandsfähigkeit konnte nicht festgestellt werden.

Tabelle 6. Resultate der Wasserwiderstandsfähigkeitstests.

Testmaterial		Erreger*	Wert zur antibakteriellen Aktivität		Wasserwiderstandsfähigkeit der antimikrobiellen Eigenschaften
Nr.	Art		vorher	nachher	
2	Schwamm	<i>Sa</i>	10.5	11.7	ja
3	Schwamm	<i>Sa</i>	10.8	12.0	ja
4	Schwamm	<i>Sa</i>	11.7	7.5	ja
5	Schwamm	<i>Sa</i>	11.1	11.9	ja
6	Schwamm	<i>Sa</i>	11.6	11.7	ja
7	Schwamm	<i>Sa</i>	11.7	11.9	ja
30	Gummihandschuhe	<i>Sa</i>	11.3	11.3	ja
31	Gummihandschuhe	<i>Sa</i>	9.1	11.3	ja
32	Gummihandschuhe	<i>Sa</i>	9.5	11.3	ja
2	Schwamm	<i>Ec</i>	11.6	8.5	ja
3	Schwamm	<i>Ec</i>	11.9	10.4	ja
4	Schwamm	<i>Ec</i>	9.5	9.1	ja
5	Schwamm	<i>Ec</i>	9.5	10.2	ja
6	Schwamm	<i>Ec</i>	9.3	-4.0	nein
7	Schwamm	<i>Ec</i>	9.5	10.2	ja
8	Schwamm	<i>Ec</i>	6.3	-3.4	nein
28	Aufschäumnetz für Gesichtswaschmittel	<i>Ec</i>	4.7	-0.4	nein
30	Gummihandschuhe	<i>Ec</i>	9.1	9.7	ja
31	Gummihandschuhe	<i>Ec</i>	9.4	9.7	ja

**Sa*: *Staphylococcus aureus*, *Ec*: Kolibakterien

Tabelle 7. Resultate der Wasserwiderstandsfähigkeitstests, geordnet nach Produkt.

Produkt	mit antibakteriellen Eigenschaften	
Schwamm	5/ 7	71%
Gummihandschuhe	3/ 3	100%
Aufschäumnetz für Gesichtswaschmittel	0/ 1	0%
Summe	8/11	72%

Tabelle 8. Resultate der Wasserwiderstandsfähigkeitstests, geordnet nach Erreger.

Erreger	Widerstandsfähigkeit	
<i>Staphylococcus aureus (Sa)</i>	9/ 9	100%
Kolibakterien (<i>Ec</i>)	7/10	70%

Alle 3 Sorten Gummihandschuhe wiesen fast unveränderte antimikrobielle Eigenschaften auf wie vor dem Wasserwiderstandsfähigkeitstest und eine Wasserwiderstandsfähigkeit konnte festgestellt werden.

Auch beim Wasserwiderstandsfähigkeitstest zeigte sich die gleiche Tendenz wie beim Test auf antibakterielle Eigenschaften: Die antibakteriellen Eigenschaften gegenüber Kolibakterien waren tendenziell weniger ausgeprägt als gegenüber *Staphylococcus aureus*. Die Wasserwiderstandsfähigkeit ist für die antibakteriellen Eigenschaften von Produkten, die im Wasser eingesetzt werden, wichtig. Eine zusätzliche Erklärung zur Dauerhaftigkeit der antibakteriellen Eigenschaften in der Angabe zu antibakterieller Behandlung scheint erforderlich.

4. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden 42 neue Artikel des täglichen Bedarfs (darunter 26 mit Angaben zu antibakterieller Behandlung und 16 ohne) Tests zu antibakteriellen Eigenschaften unterzogen, um die antibakteriellen Eigenschaften zu prüfen. Dann wurden 11 Produkte zum Einsatz im Wasser, deren antibakterielle Eigenschaften bestätigt waren, einem Wasserwiderstandsfähigkeitstest unterzogen, um die Dauerhaftigkeit der antibakteriellen Eigenschaften zu prüfen. Daraus konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden.

- Trotz Angaben zu antibakterieller Behandlung konnten bei 31% keine solchen Eigenschaften festgestellt werden (8 von 26). Als erste Priorität wird betrachtet, diese Produkte mit antibakteriellen Eigenschaften zu versehen, die die Richtlinie übererfüllen.
- In 3 von 11 Fällen waren zwar antibakterielle Eigenschaften vorhanden, aber ohne Wasserwiderstandsfähigkeit sanken diese Eigenschaften unter den Richtlinienerwert. Korrekte Angaben auch zur Dauerhaftigkeit dieser Eigenschaften werden als wichtig erachtet.
- Sowohl bei den Tests auf antibakterielle Eigenschaften wie auf Wasserwiderstandsfähigkeit waren die antibakteriellen Eigenschaften gegen Kolibakterien geringer

als gegen *Staphylococcus aureus*. *Staphylococcus aureus* ist eine grampositive Bakterie und hat eine einlagige Zellwand, während Kolibakterien als gramnegative Bakterien Zellwände aus zwei Lagen besitzen. Diese relativ dicke Außenmembran könnte der Grund für die Widerstandsfähigkeit der Kolibakterien sein.

Aus obenstehenden Ergebnissen wird Folgendes zur Erhöhung der Vertrauenswürdigkeit von antibakteriell behandelten Produkten vorgeschlagen:

- Bei Produkten, die im Wasser eingesetzt werden, ist die Dauerhaftigkeit der antibakteriellen Eigenschaften wichtig und in der Angabe sollte ein Zusatz mit einer Erklärung zur Dauerhaftigkeit hinzugefügt werden.
- Kolibakterien sind Zeigerbakterien für Wasserverschmutzung und deswegen sind bei Produkten, die im Wasser eingesetzt werden, antibakterielle Eigenschaften gegen Kolibakterien wichtig. Hier wird eine antibakterielle Verarbeitung gefordert, die die antibakteriellen Eigenschaften gegenüber Kolibakterien erhöht.

Weiterhin

- ist nach JIS Z 2801 (antibakteriell behandelte Produkte-Tests zu antibakteriellen Eigenschaften und antibakterieller Wirkung) definiert, dass antibakterielle Eigenschaften bei antibakteriell behandelten Produkten die Unterdrückung von Vermehrung von Bakterien bedeuten, und der Bereich der antibakteriellen Wirkung auf die Oberfläche beschränkt sei. Hier wird in der Angabe zu antibakterieller Verarbeitung eine Erklärung für nötig erachtet, dass die antibakterielle Verarbeitung nur eine Oberflächenbehandlung ist.
- Gegenwärtig gibt es verschiedene Arten von Angaben und der Verbraucher kann leicht verwirrt werden. Deswegen wird eine einheitliche Angabe und eine Ordnung der Regelungen für notwendig erachtet.

Danksagung

Bei dieser Arbeit erhielt ich Anleitung von Dr. Lee Hun-jun vom Forschungszentrum für Hygiene und Mikrobiologie. Ihm sei hiermit gedankt.

Literatur

- [1] Former Japanese Department of Trade and Industry, The reports of the council on New antibacterial products, 1998.
- [2] Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry, The follow-up of the guidelines of antibacterial products, 2003.
- [3] Japanese Industrial Standards, JIS Z 2801 Antimicrobial products-Test for antimicrobial activity and efficacy, 2000.
- [4] Japanese Industrial Standards, JIS L 1902 Testing for antibacterial activity and efficacy on textile products, 2002.
- [5] Society of Industrial-Technology for Antimicrobial Articles, The testing method of Society of Industrial-Technology for Antimicrobial Articles, 2003.
- [6] Lotz, A. und Hammacher, P.: „Schimmelschäden vermeiden“. Fraunhofer IRB Verlag.
- [7] Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation Universität Stuttgart, 2001.