

**Schlüsselwörter**

- Instrumentenaufbereitung
- Schaumsprays
- Materialverhalten
- Vorbehandlung

# Prüfung von Schaumsprays zum Feuchthalten gebrauchter chirurgischer Instrumente

Materialverhaltens von nicht-rostenden Stählen und eloxiertem Aluminium

Mitteilung des „Arbeitskreis Instrumentenaufbereitung“ (AKI)

H. Biering<sup>1\*</sup>, W. Fuchs<sup>2</sup>, J. Staffeldt<sup>3</sup>

Vier verschiedene handelsübliche Ready-to-use Vorreinigungsmittel, die im Operationssaal zur Vermeidung der Antrocknung von Anschmutzungen auf angewendeten chirurgischen Instrumenten verwendet werden, wurden auf ihre Materialbeeinflussung gegenüber nichtrostenden Stählen und eloxiertem Aluminium bei einmaliger Anwendung geprüft. Hierbei wurden die Reinigungspräparate allein sowie im Gemisch mit Blut auf die zu prüfenden Werkstoffe appliziert. Die Untersuchungen zeigten keine oder geringe Beeinflussung der Reiniger auf die geprüften Materialien. Bei einem Reiniger hingegen wurde Lochkorrosionsbefall bei nichtrostenden Stählen nach längerer Einwirkzeit festgestellt, welcher vermutlich auf einen erhöhten Gehalt an Chloridionen im Präparat zurückzuführen ist.

## Einleitung

Um die Antrocknung von Rückständen auf chirurgischen Instrumenten während des Transportes vom Gebrauchsort zur Zentralsterilisation zu verhindern, wird in einigen Ländern die Anwendung von Schaumsprays oder ähnliche Ready-to-use Lösungen zum Feuchthalten verschmutzten Instrumente empfohlen (1). Zur Ermittlung des Einflusses dieser Verfahrensweise hinsichtlich dem Werterhalt chirurgischer Instrumente und Container wurden im Rahmen dieser Untersuchungen vier kommerziell verfügbare Schaumsprays auf ihre Verträglichkeit mit nichtrostenden Instrumenten-Stählen unterschiedlicher Werkstoffzusammen-

setzung und Oberflächenstruktur sowie eloxiertem Aluminium geprüft.

Darüber hinaus wurde der Einfluss von Blut allein sowie von Gemischen der geprüften Schaumsprays mit Blut auf die Prüfmaterialien bei einmaliger Anwendung ermittelt.

## Material und Methoden

### Untersuchte Produkte

Folgende enzymatische Schaumsprays zur Vermeidung des Antrocknens von Rückständen auf chirurgischen Instrumenten wurden untersucht (Die Angabe der Inhaltsstoffe erfolgt gemäß den Informationen der Hersteller):

- Reiniger 1, enthält quarternäres Ammoniumpropionat, Polyhexamethylenbiguanid-hydrochlorid, nicht-ionische und kationische Tenside, Enzyme, Komplexbildner und Stabilisierungsmittel.
- Reiniger 2, enthält Enzyme und Tenside.
- Reiniger 3, enthält Enzyme und nicht-ionische Tenside.
- Reiniger 4, enthält Enzyme und nicht-ionische Tenside.
- Referenz/Anschmutzung, besteht aus heparinisiertem Hammelblut, welches mit Protamin-sulfat versetzt wurde.

Für alle Reiniger wurden der pH-Wert und die Chloridionen-Konzentration ermittelt.

### Prüfkörper

Als Prüfkörper wurden Bleche der Abmaße 50 × 50 × 2 mm bestehend aus Aluminium AlMg05, repräsentativ für



Abb. 1: Anordnung der Messzellen auf dem Prüfkörper

Transportcontainer, aus nichtrostendem Stahl X20Cr13, repräsentativ für nicht-schneidende Instrumente sowie aus nichtrostendem Stahl X46Cr13, repräsentativ für schneidende Instrumente, verwendet. Die Oberflächen der Aluminiumprüfkörper waren farblos anodisiert (eloxiert), die der gehärteten nichtrostenden Stähle nach drei verschiedenen Methoden mit aufsteigender Rautiefe (gebürstet, mattiert, geschliffen) behandelt. Zur Abgrenzung der Prüfflächen wurden je drei Messzellen mit 13 mm

\* 1 PD Dr. Holger Biering, Ecolab Deutschland GmbH, Reisholzer Werftstr. 38 – 42, D-40589 Düsseldorf  
E-Mail: holger.biering@ecolab.com  
2 Aesculap AG, Tuttlingen  
3 Chemische Fabrik Dr. Weigert, Hamburg,

Innendurchmesser der Firma H. Fischer GmbH, Sindelfingen, auf den Prüfkörpern fixiert (Abb. 1).

#### Kontaktzeit

Als Einwirkzeit der untersuchten Produkte auf die Materialoberflächen wurden Zeiträume definiert, welche die Aufbereitung der Instrumente innerhalb eines Arbeitstages (Kontaktzeit: 6 h), eine Aufbereitung am nächsten Arbeitstag (Kontaktzeit: 24 h) und eine Aufbereitung nach einem Wochenende (Kontaktzeit: 72 h) simulieren soll.

#### Prüfdurchführung

Vor dem Einsatz wurden die Prüfkörper aus nichtrostendem Stahl alkalisch in einem Reinigungs/Desinfektionsgerät gereinigt und thermisch desinfiziert. Danach wurden die Prüfflächen mit einem mit Methanol getränkten Papiertuch behandelt und die Messzellen fixiert.

Zur Durchführung der Prüfungen wurde 0,5 ml des jeweiligen Reinigers ohne diesen zu Verschäumen bzw. 0,2 ml der Referenz/Anschmutzung in die Messzellen appliziert. Darüber hinaus wurden Mischungen aus 0,5 ml des jeweiligen Reinigers und 0,2 ml Referenz/Anschmutzung untersucht.

Nach der definierten Kontaktzeit wurden die Messzellen entfernt und die Prüfkörper 30 Sekunden unter lauwarmem Wasser mit schwachem Fließdruck gespült. Gegebenenfalls wurde das Spülen durch Wischen mit einem Papiertuch bei geringem Anpressdruck unterstützt. Die Trocknung der Prüfkörper erfolgte mit Methanol und einem Papiertuch. Während der Prüfungen betrug die Umgebungstemperatur  $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  und die relative Luftfeuchte im Raum  $30\% \pm 5\%$ .

Die Auswertung der Materialveränderungen erfolgte mittels Sichtkontrolle sowie mittels eines Stereomikroskops mit sechs- bis zehnfacher Vergrößerung.

## Ergebnisse

#### Analyse der Reiniger

Alle Reiniger waren im pH-Wert neutral bis schwach alkalisch eingestellt (Tabelle 1). Die untersuchten Produkte unterschieden sich insbesondere in der Chloridionen-Konzentration. Im Reiniger 2 wurde eine mehr als zehnfach höhere

Prüfmuster	Chloridionen-Konzentration [mg/l]	pH-Wert
Reiniger 1	70	8,9
Reiniger 2	430	6,9
Reiniger 3	80	8,5
Reiniger 4	30	7,4

Tab. 1: Chloridionen-Konzentration und pH-Wert der Prüfmuster

Prüfmuster	Trocknungsverhalten			Abspülbarkeit
	6 h	24 h	72 h	
Reiniger 1	Feucht	Gelatine artig	Gelatine artig	Mäßig, mechanische Unterstützung erforderlich
Reiniger 1 + Blut	Feucht	Gelatine artig	Gelatine artig	Mäßig, mechanische Unterstützung erforderlich
Reiniger 2	Feucht	Trocken	Trocken	Sehr gut
Reiniger 2 + Blut	Feucht	Trocken	Trocken	Sehr gut
Reiniger 3	Feucht	Trocken	Trocken	Gut, geringe mechanische Unterstützung erforderlich
Reiniger 3 + Blut	Feucht	Trocken	Trocken	Gut, geringe mechanische Unterstützung erforderlich
Reiniger 4	Feucht	Trocken	Trocken	Gut, geringe mechanische Unterstützung erforderlich
Reiniger 4 + Blut	Feucht	Trocken	Trocken	Gut, geringe mechanische Unterstützung erforderlich

Tab. 2: Abspülbarkeit der Prüfmuster allein und in Kombination mit Blut sowie deren Trocknungsverhalten in Abhängigkeit von der Zeit

Konzentration an Chloridionen ermittelt als im Reiniger 4, welcher den niedrigsten Wert aufwies.

#### Bewertung der Fähigkeit zum Feuchthalten der Instrumente und zum Abspülverhalten

Alle untersuchten Produkte blieben im Zeitraum bis sechs Stunden auf der Prüfoberfläche feucht (Tabelle 2). In den Prüfintervallen  $> 6\text{ h}$  waren bei den Reinigern 2, 3 und 4 die Oberflächen getrocknet, während der Reiniger 1 eine gelatineartige Konsistenz annahm.

Tensidische Reiniger sollten sich üblicherweise leicht mit lauwarmem Wasser von Oberflächen abspülen lassen und die Entfernung von Anschmutzungen, wie Blut, unterstützen. Dies wurde in vollem Umfang nur beim Reiniger 2 beobachtet. Auch bei den Reinigern 3 und 4 wurde

eine gute Abspülbarkeit der Produkte allein und in Mischung mit der Referenz/Anschmutzung festgestellt, wobei eine leichte mechanische Unterstützung unter Verwendung eines Papiertuches vorteilhaft war. Der Reiniger 1 ließ sich lediglich mäßig gut von der Oberfläche entfernen. Bei Applikationszeiten größer sechs Stunden war eine erhebliche mechanische Unterstützung zur Entfernung dieses Reinigers und der Anschmutzung von der Oberfläche erforderlich.

#### Bewertung des Materialverhaltens

Die Referenz/Anschmutzung und die untersuchten Schaumsprays führten allein und in Kombination der Reiniger mit heparinisiertem Hammelblut bei Kontaktzeiten bis zu 72 h zu keinen Materialveränderungen bei farblos eloxiertem Aluminium (Tabelle 3) sowie bei

gebürsteten Oberflächen der nichtrostenden Stahlsorten X20Cr13 (Tabelle 4) und X46Cr13 (Tabelle 5). Auch bei mattierten Oberflächen beider Stahlsorten in Wechselwirkung mit den Reinigern 1, 3 und 4 wurden keine sichtbaren Materialveränderungen beobachtet. Lediglich der Reiniger 2 führte allein und in Mischung mit heparinisierem Hammelblut bereits nach sechs Stunden bei beiden Stahlsorten zu optisch sichtbaren Veränderungen der Oberflächen. Darüber hinaus wurde bei Kontaktzeiten > 24 h des Reinigers 2 mit der mattierten Oberfläche der Stahlsorte X46Cr13 Lochkorrosionsbefall festgestellt (Tabelle 5). Die Mischung von Reiniger 2 mit heparinisierem Hammelblut führte zu einer Beschleunigung des Auftretens dieses Effektes. Auch bei der Stahlsorte X20Cr13 wurde bei Kontaktzeiten > 24 h der Mischung des Reinigers 2 mit der Referenz/Anschmutzung Lochkorrosionsbefall beobachtet (Abb. 2). An geschliffenen Oberflächen beider Stahlsorten trat bei Interaktion des Reinigers 2 allein und in Mischung mit heparinisierem Hammelblut bereits nach Kontaktzeiten größer sechs Stunden Lochkorrosionsbefall auf (Tabelle 4 und Tabelle 5).

### Diskussion

Bei der Aufbereitung medizinischer Instrumente sind neben hygienischen Aspekten, wie Reinigung, Desinfektion und Sterilisation, auch der Werterhalt und Funktionsfähigkeit von entscheidender Bedeutung, sodass neue und/oder veränderte Reinigungs- oder Desinfektionsmittel sowie Verfahrensabläufe auch diese Problemstellung berücksichtigen müssen.

Das Feuchthalten von Instrumenten während des Transportes vom Ort der Anwendung zur Aufbereitung, um somit das Antrocknen von Anschmutzung und die Korrosion metallischer Instrumente zu vermeiden, wird in einigen Richtlinien zur Instrumentenaufbereitung empfohlen (1).

Für die Herstellung chirurgischer Instrumente sind die einzusetzenden nichtrostenden Stahlsorten und deren bevorzugte Einsatzgebiete in der EN ISO 7153-1 beschrieben (2). Die Beständigkeit dieser Stahlsorten gegen Umgebungseinflüsse, insbesondere gegen Chloridionen, hängt im Wesentlichen von der chemischen Zu-

Werkstoff		AlMg05 farblos eloxiert			
Kontaktzeit	Prüfmuster				
06 h	Blut	-			
24 h	Blut	-			
72 h	Blut	-			
Kontaktzeit	Prüfmuster	R1	R2	R3	R4
06 h	Reiniger	-	-	-	-
24 h	Reiniger	-	-	-	-
72 h	Reiniger	-	-	-	-
06 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-
24 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-
72 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-

Tab. 3: Oberflächenveränderungen bei eloxiertem Aluminium nach Interaktion mit Blut, den Prüfmustern allein und in Kombination mit Blut in Abhängigkeit von der Kontaktzeit

(-) unverändert, (#) optische Veränderung, (+) Lochkorrosionsbefall

Werkstoff		X20Cr13 gebürstet				X20Cr13 mattiert				X20Cr13 geschliffen			
Kontaktzeit	Prüfmuster												
06 h	Blut	-				-				-			
24 h	Blut	-				-				-			
72 h	Blut	-				-				-			
Kontaktzeit	Prüfmuster	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
06 h	Reiniger	-	-	-	-	-	#	-	-	-	-	-	-
24 h	Reiniger	-	-	-	-	-	#	-	-	-	+	-	-
72 h	Reiniger	-	-	-	-	-	#	-	-	-	+	-	-
06 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-	-	#	-	-	-	-	-	-
24 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-	-	#	-	-	-	+	-	-
72 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-	-	#+	-	-	-	+	-	-

Tab. 4: Oberflächenveränderungen bei nichtrostenden Stahl X20Cr13 nach Interaktion mit Blut, den Prüfmustern allein und in Kombination mit Blut in Abhängigkeit von der Oberflächenstruktur und der Kontaktzeit

(-) unverändert, (#) optische Veränderung, (+) Lochkorrosionsbefall

sammensetzung, der Wärmebehandlung und der Art Oberflächenbehandlung des Stahls ab. Mit steigendem Kohlenstoffanteil bei konstantem Chromanteil im Stahl erhöht sich die Anfälligkeit für eine durch Chloridionen induzierte Korrosion. Einen analogen Zusammenhang gibt es in Abhängigkeit von der Rauigkeit der Oberfläche, d. h. gebürstete Instrumente sind beständiger gegen Korrosion auslösende Medien als mattierte oder geschliffene Oberflächen.

Die erhöhte Neigung zur Korrosion geschliffener Oberflächen zeigte sich bei

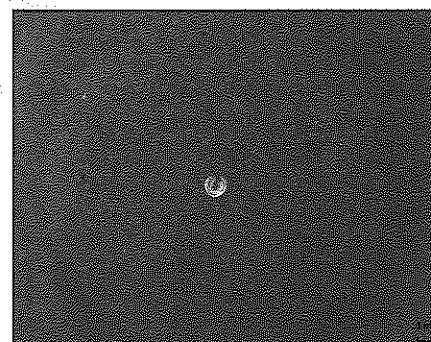


Abb. 2: Aufhellungen und Lochkorrosionsbefall am Prüfkörper der Stahlsorte X20Cr13 mit mattierte Oberfläche nach 72 h Kontaktzeit mit Reiniger 2 und Blut in 10-facher Vergrößerung

Werkstoff		X46Cr13 gebürstet				X46Cr13 mattiert				X46Cr13 geschliffen			
Kontaktzeit	Prüfmuster	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
06 h	Blut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24 h	Blut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72 h	Blut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06 h	Reiniger	-	-	-	-	-	#	-	-	-	-	-	-
24 h	Reiniger	-	-	-	-	-	#	-	-	-	+	-	-
72 h	Reiniger	-	-	-	-	-	#+	-	-	-	+	-	-
06 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-	-	#	-	-	-	-	-	-
24 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-	-	#+	-	-	-	+	-	-
72 h	Reiniger + Blut	-	-	-	-	-	#+	-	-	-	+	-	-

**Tab. 5:** Oberflächenveränderungen bei nichtrostenden Stahl X46Cr13 nach Interaktion mit Blut, den Prüfmustern allein und in Kombination mit Blut in Abhängigkeit von der Oberflächenstruktur und der Kontaktzeit (-) unverändert, (#) optische Veränderung, (+) Lochkorrosionsbefall

den vorliegenden Untersuchungen im Falle der Interaktion des Reinigers 2 an Prüfkörpern beider Stahlsorten bei Einwirkzeiten größer sechs Stunden. Ob die nahe liegende Annahme, dass der auffällig erhöhte Gehalt an Chloridionen im Reiniger 2 die Ursache für den beobachtete Lochkorrosionsbefall ist oder die Zusammensetzung der Rezeptur diesen Effekt begünstigt sollte im Rahmen dieser Untersuchungen nicht ermittelt werden. Auffällig ist jedoch, dass bei Einwirkung des als Referenz/Anschmutzung verwendeten heparinisiertem Hammelblutes keine Korrosion festgestellt wurde, obwohl die Konzentration an Chloridionen zehnfach höher ist als im Reiniger 2.

Basierend auf den vorliegenden Untersuchungen ist zu erwarten, dass die

Anwendung der untersuchten Schaumsprays auf chirurgischen Instrumenten bei Kontaktzeiten bis sechs Stunden zu keiner Korrosion führt, wobei kosmetische Veränderungen, z. B. Aufhellungen, bei mattierten Oberflächen nicht auszuschließen sind (Abb. 2).

Bei einer Anwendung dieser Produkte über einen Zeitraum von größer als sechs Stunden hängt die Gefährdung der Korrosion von Instrumenten mit geschliffenen Oberflächen, wie z. B. bei Gelenk-, oder Schneidflächen von der Zusammensetzung des Schaumsprays ab.

Eloxierte Aluminiumoberflächen neigen zur Korrosion und zu kosmetischen Veränderungen bei Kontakt mit alkalischen oder sauren Medien. Erwartungsgemäß waren in den vorliegenden

Untersuchungen die Prüfkörper mit den eloxierten Aluminiumoberflächen beständig gegen alle geprüften Reiniger, da deren pH-Werte in dem für diese Oberflächen beständigen Bereich lagen.

Der Arbeitskreis Instrumentenaufbereitung (AKI) empfiehlt aus Sicht des Materialschutzes und unter Berücksichtigung der Reinigbarkeit einen Transport vom Ort der Nutzung (z.B. Operationsaal) zur zentralen Aufbereitung ohne Anwendung von Reinigungs- und Desinfektionsmittel (Trockenentsorgung) für den Fall, dass die Aufbereitung innerhalb von sechs Stunden erfolgt (3). Ist ein längerer Zeitraum bis zur Aufbereitung aus organisatorischen Gründen zu erwarten, können Maßnahmen zum Feuchthalten der Instrumente sinnvoll sein, sofern keine Materialschäden/Korrosionen dadurch verursacht werden. Im Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen konnte dies für die Mehrzahl der geprüften Produkte im Falle einer einmaligen Anwendung gezeigt werden.

Ob durch diese Produkte tatsächlich die Reinigbarkeit der angeschmutzten Instrumente bei längerer Lagerung unterstützt wird, sollte unter Berücksichtigung der beschriebenen Beobachtungen zum Antrocknungs- und Abspülverhalten bei Anwendungen größer als sechs Stunden in weiteren Untersuchungen geprüft werden. \*

## Literatur

1. ANST/AAMI ST79:2006: Comprehensive guide to steam sterilization and sterility assurance in health care facilities
2. EN ISO 7153-1:2001-02: Chirurgische Instrumente – Metallische Werkstoffe, Teil 1: Nichtrostender Stahl
3. Arbeitskreis Instrumentenaufbereitung: Instrumenten-Aufbereitung richtig gemacht. 9. überarbeitete Ausgabe, Mörfelden-Walldorf, 2009