

# Prüfung der Wirksamkeit chemischer Additive für die Ultraschall-Reinigung

Winfried Michels

## I Einleitung

Bei der Reinigung chirurgischer Instrumente mit Ultraschall werden sehr häufig Desinfektionsmittel mit deklarierten reinigenden Eigenschaften eingesetzt. Die Desinfektionswirkstoffe dieser chemischen Additive sind meist modifizierte Diamine und/oder quaternäre Ammoniumverbindungen sowie auch Guanidin-derivate. Die reinigende Wirkung dieser Produkte soll durch den Zusatz von Tensiden bewirkt werden. Bei einem Ringversuch zur Prüfung der Reinigung mit und ohne Ultraschall in der Praxis hatten die teilnehmenden Abteilungen der Krankenhäuser, welche Ultraschall anwendeten und den Einsatz des Additivs benannten, ausschließlich derartige Reiniger mit desinfizierender Wirkung mit Erfolg angewendet (1). Auch der AK «Qualität» der DGVS empfiehlt den Einsatz dieser Reiniger mit desinfizierender Wirkung soweit weitere manuelle Behandlungen erfolgen, ansonsten genügt nur ein Reinigungsmittel (2). Da diese Produkte für den manuellen Einsatz mit oder ohne Desinfektionswirkstoffe in der Regel recht schaumaktive Tenside enthalten, können die so vorgereinigten Instrumente nicht direkt in ein Reinigungs-/Desinfektionsgerät (RDG) geladen werden und müssen vorher gründlich in einem Becken abgespült werden. Das wiederum kann ggf. zu einer unnötigen Kontamination der Arbeitsplatzumgebung führen. Der AK «Qualität» weist auch darauf hin, dass der Einsatz von Reinigern für das Ultraschallbad sinnvoll ist, die auf den Reiniger des RDG abgestimmt sind. So kann gegebenenfalls auch der nicht schaumaktive Reiniger verwendet werden, der im RDG Verwendung findet und die Instrumente können direkt vom Ultra-

schallbad in das RDG transferiert werden. Es sind Untersuchungen zur Wirkung von Reinigern mit desinfizierender Wirkung publiziert. Bei Versuchen der Ablösung von angetrocknetem koaguliertem Blut auf Edelstahlprüfkörpern im Becherglas auf einem Magnetrührer konnte festgestellt werden, dass die Wirkung zweier solcher Reiniger schlechter war als die von Stadtwasser allein (3). Bei einer anderen Untersuchung wurde mit koaguliertem Blut, zwischen Edeltahlgewebelagen eingebettet, bei Ultraschallbehandlung festgestellt, dass ein nicht fixierendes Desinfektionsmittel auf der Basis Alkylamin und quaternäre Ammoniumverbindung ein deutlich schlechteres Reinigungsergebnis gegenüber der Verwendung von nur vollentsalztem Wasser erbringt (4). Dieses Ergebnis wurde unter anderem der speziellen Gestaltung des Prüfkörpers zugeschrieben. Da sich mit den publizierten Untersuchungen kein klares Bild zur Wirkung von manuellen Reinigern, Reinigern mit desinfizierender Wirkung und maschinellen Reinigern im Ultraschallbad ergibt, war es Ziel dieser Arbeit zu einer differenzierteren Bewertung zu kommen.

## I Material und Methoden

Der Versuchsaufbau der DIN-Ad-hoc-Gruppe zur vergleichenden Prüfung und Bewertung der Reinigung mittels verschiedener Prüfanschmutzungen wurde in ähnlicher Weise für die Prüfung von chemischen Additiven im Ultraschallbad verwendet (5). Abbildung 1 zeigt den Prüfaufbau zum zentrierten Eintauchen des Prüfkörpers mittels Dreifingerklemmen in das Becherglas (150 ml), welches mit der zu prüfenden Lösung gefüllt in das Ultraschallbad mittels Edelstahlblech mit



Abb.: 1 Versuchsaufbau

passgenauer kreisrunden Aussparung für den Becherglasumfang eingehängt wird. Vor Beginn der Versuche mit den Prüfkörpern wurde das Wasser im Ultraschallbad 10 Minuten entgast und die frischen Prüflösungen im eingesetzten Becherglas wurden jeweils 5 Minuten entgast. Danach wurden die Prüfkörper entweder 1 oder 2 Minuten im Becherglas behandelt. Die Behandlungstemperaturen lagen bei 25 bis 30 °C. Nach der Behandlung wurde jeweils die Seite der Bleche mit Restschmutz zur Entfernung der Behandlungslösung mit 5 ml vollentsalztem Wasser abgespült.

Dr. Winfried Michels, Prüflabor DWM, Kasseler Tor 20, 34414 Warburg  
E-mail: [prueflabor-DWM@gmx.de](mailto:prueflabor-DWM@gmx.de)

Als Prüfkörper wurden Edelstahlplatten (gebürstet, 26 × 76 mm) verwendet, die zuvor einer alkalischen Grundreinigung, einer gründlichen Spülung mit vollentsalztem Wasser unterworfen und abschließend kurz in 70%iges Ethanol eingetaucht sowie danach getrocknet wurden.

Zur Anschmutzung wurde heparinisiertes Schafsblut, welches mit Protaminsulfat (Fa. ACILA, Mörfelden) unmittelbar vor Anschmutzung der Prüfkörper reaktiviert wurde, verwendet.

Die Anschmutzung einer Fläche von 30 × 10 mm der Edelstahlplatten erfolgt mit Hilfe einer speziellen Schablone mit 50 µl des reaktivierten Schafsblutes gemäß beschriebener Methode (6).

Die angeschmutzten Bleche wurden für die Ultraschallbehandlungen 24 Stunden über gesättigter Natriumchlorid-Lösung im Exsikkator bei 30 °C im Wärmeschrank konditioniert bzw. 24 Stunden an der Raumluft getrocknet. Letztere wurden zur Erschwernis der Reinigung für 30 Sekunden in eine 1%ige Lösung von Sekumatic FD (Ecolab, Monheim) bei 55 °C getaucht und danach erneut 24 Stunden an der Raumluft getrocknet.

Edelstahlbleche, welche nach der Ultraschallbehandlung optisch fast oder ganz sauber waren, wurden mit Ponceau S-Lösung (100 mg Ponceau S in 5% (v/v) Essigsäure) benetzt. Nach 3 Minuten wurde die Färbelösung 3 Sekunden mit vollentsalztem Wasser (Laborspritzflasche) abgespült und so die Bleche auf verbliebenes Restprotein durch Anfärbung kontrolliert. Es wurden fünf Reiniger mit desinfizierender Wirkung auf der Basis modifizierter Diamine und/oder quaternäre Ammoniumverbindungen sowie Guanidinderivate (A), drei enzymatische Tensidreiniger für die manuelle Reinigung (B), und drei enzymatische, tensidische, schwach alkalische Reiniger für den Einsatz in RDG (C) abhängig von den Herstellerempfehlungen in 1-3%iger Konzentration getestet. Zum Vergleich wurde bei jeder Versuchsreihe ein Prüfkörper nur mit Wasser behandelt.

## I Ergebnisse

Mit zunächst nur über 24 Stunden an der Raumluft angetrockneter Blutanschmutzung waren die Prüfkörper bei Exposition im Becherglas mit verschiedenen Lösungen innerhalb von 30 Sekunden gereinigt. Daher wurde die Antrocknung im Exsik-



Abb. 2: 1 Minute im Ultraschallbad behandelte Prüfkörper mit koaguliertem, angetrocknetem Schafsblut nach Anfärbung mit Ponceau S.

Produkteinsatz bei Behandlung der Prüfkörper in Abbildung 1 und 2

A - Reiniger mit desinfizierender Wirkung auf der Basis modifizierte Diamine und/oder quaternäre Ammoniumverbindungen sowie Guanidinderivate

B - enzymatischer Tensidreiniger für die manuelle Reinigung

C - enzymatischer, tensidischer, mild-alkalischer Reiniger für den Einsatz in RDG

kator mit erhöhter Feuchte über gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewählt. So blieb dann bei der Behandlung nur mit vollentsalztem Wasser nach einer Minute ein geringfügiger Proteinrest. Bei allen geprüften Reinigern mit desinfizierender Wirkung blieb ein über die gesamte Anschmutzungsfläche ausgebreiteter, anfärbbarer Proteinfilm, wie Abbildung 2 beispielhaft zeigt. Dagegen wurde bei der Behandlung nur mit vollentsalztem Wasser die Anschmutzungsfläche fast vollständig gereinigt. Nur in einem begrenzten Bereich war optisch Restschmutz feststellbar und konnte auch nur in diesem begrenzten Bereich deutlich angefärbt werden. In der Regel zeigten die Behandlungen mit vollentsalztem Wasser bessere Resultate als die mit Reinigern mit desinfizierender Wirkung. Sowohl bei den manuellen Reinigern, wie auch bei den maschinellen Reinigern war kein Restschmutz mehr sichtbar und auch nicht anfärbbar.

Da die Prüfkörper als planare Bleche sehr leicht zu reinigende Objekte darstellen und zudem koaguliertes Blut eine recht einfache und übliche Anschmutzung darstellt, welche relativ leicht (bei diesem Versuchsmodell in nur einer Minute) zu

entfernen ist, wurde die Anschmutzung zur Erschwernis mittels Glutaraldehyd-Lösung fixiert und nach dem Trocknen verwendet. Nach der Behandlung im Ultraschallbad über zwei Minuten blieben sowohl mit vollentsalztem Wasser als auch mit allen Reinigern mit desinfizierender Wirkung massiv Schmutzreste, die bei den Reinigern deutlich mehr waren als bei der Behandlung nur mit Wasser, wie Abbildung 3 beispielhaft zeigt. Unter diesen Bedingungen wurden dann auch mit den manuellen Reinigern keine optisch sauberen Prüfkörper mehr erhalten. Dagegen wurden erstaunlicher Weise mit den maschinellen, schwach alkalischen, Enzyme und Tenside enthaltenen Reinigern optisch saubere Prüfkörper erhalten. Bei diesen war bei Prüfung mit Ponceau S-Lösung auch kein Restprotein anfärbbar.

## I Diskussion

Aufgrund der Bedeutung, die heutzutage der Reinigung beigemessen wird, sollten für die Ultraschallreinigung chemische Produkte eingesetzt werden, welche die Reinigung in keiner Weise beeinträchtigen, sondern nachweislich unterstützen

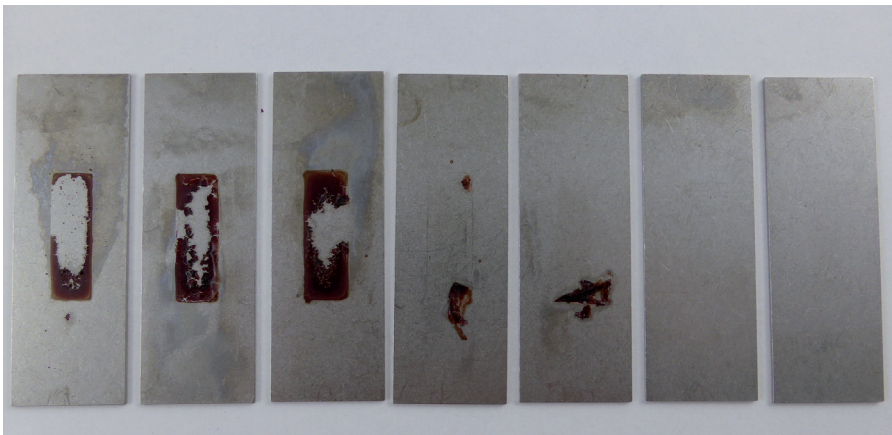


Abb. 3: 2 Minuten im Ultraschallbad behandelte Prüfkörper mit koaguliertem, angetrocknetem und mit Glutardialdehyd-Lösung fixiertem Schafsblut ohne Anfärbung mit Ponceau S.

und eine hohe Leistungsreserve bereitstellen. Die Ultraschallreinigung wird in der Praxis in der Regel dann angewendet, wenn die Instrumentenreinigung eine besondere Herausforderung darstellt, wie beispielsweise nach langer Lagerung der verschmutzten Instrumente (nach OP am Wochenende), hartnäckigen Verschmutzungen ggf. verbunden mit Antiseptica-Einsatz, Kauterisationsinstrumenten oder wegen der besonders komplexen Bauart der Instrumente. Bei dem eingangs angesprochenen Ringversuch mit den mit koaguliertem Blut verschmutzten Crile-Klemmen war die Ultraschallwirkung auch in Verbindung mit den Reinigern mit desinfizierender Wirkung zielführend. Nach den Ergebnissen dieser Prüfungen muss jedoch für hartnäckigere Verschmutzungen und komplexere Instrumente gefolgert werden, dass den geprüften Reinigern mit desinfizierender Wirkung das Prädikat «reinigen» eher in unberechtigter Weise zugeschrieben wird und diese die Effektivität der Ultraschallbehandlung, gegenüber der Verwendung von vollentsalztem Wasser allein, beeinträchtigen. Diese können dann sehr schnell nicht mehr zum Ziel

adäquater Reinigung führen. Bei schwer zu entfernenden Verschmutzungen stoßen dann auch die geprüften manuellen Reiniger offensichtlich an ihre Grenzen und die maschinellen, schwach alkalischen Reiniger scheinen derzeit Mittel der Wahl für die Ultraschallbehandlung komplexer chirurgischer Instrumente bzw. Instrumente mit hartnäckigen Verschmutzungen zu sein. Vermutlich kann die bessere Wirkung bestimmter nicht-ionischer Tenside dieser Reiniger zugeschrieben werden. Die im Laufe eines Arbeitstages je nach Benutzung zunehmende organische Belastung des Ultraschallbades lässt die nachhaltige desinfizierende Wirksamkeit der Reiniger mit Desinfektionswirkung irgendwann in Frage stellen. Ist der beabsichtigte Personal- und Umgebungsschutz dann wirklich noch stets gegeben und wie sieht es aus mit der Kontamination der Umgebung beim Abspülen der schaumaktiven Lösungen, die nicht in die RDG gelangen dürfen? Da muss man sich fragen, ob es nicht wirklich besser ist, wenn die mit der Reinigung beauftragten Mitarbeiter wissen, dass das Reinigungsmittel nicht desinfiziert und entsprechend sorgsam arbeiten. Bei Verwendung eines maschinellen,

schwach alkalischen, Tenside enthaltenden Reinigers wird die Reinigung im Ultraschallbad offensichtlich besser unterstützt und die behandelten Instrumente können direkt in den RD-Prozess gelangen, um standardisiert nachgespült und thermisch desinfiziert zu werden.

Die Ultraschallbehandlung wird für die Vorreinigung von «Probleminstrumenten» aufgrund ihrer Bauart oder bei besonders hartnäckigen Verschmutzungen empfohlen. Gerade, wenn spezifisch schwer zu reinigende, komplexe Instrumente (z.B. Robotik-Instrumente) einer Vorbehandlung mit Ultraschall unterzogen werden, sollten solche geprüften maschinellen Reiniger eingesetzt werden, um die optimale Leistungsreserve zu haben. ■

#### Danksagung

Ich danke der Firma BANDELIN electronic (Berlin) für die Zurverfügungstellung des Ultraschallgerätes sowie Anfertigung der Becherglashalterung.

#### Literatur:

1. Michels W., Roth K.: Ringversuch zur Prüfung der Reinigung mit und ohne Ultraschall in der Praxis. Zentr Steril 2010; 18: 36–39
2. AK, Qualität: Einsatz von Ultraschallbädern zur Aufbereitung von MP – Teil 2. Zentr Steril 2010; 18: 357–358
3. Kamer M. et al.: Eigenschaften manueller Instrumentendesinfektionsmittel. Zentr Steril 2011; 19: 435–436
4. Steinmann M., Rosenberg U.B.: Eine Methode zur Quantifizierung der Reinigungsleistung im Ultraschallbad. Zentr Steril 2012; 20: 99–106
5. Köhnlein J. et al.: Ringversuch zur Standardisierung einer praxisrelevanten Prüfanschmutzung zur vergleichenden quantitativen Bewertung der Reinigung in Anlehnung an EN ISO 15883. Zentr Steril 2008; 16 (6): 424–435
6. Brill F.H.H. et al.: Standardisiertes Verfahren zur Anschmutzung von Prüfkörpern für Reinigungsversuche. Zentr Steril 2014; 22 (6): 408–412