

Wirksamkeit der Flächendesinfektion mit einem Tuchtränkeverfahren unter Praxisbedingungen in einem zahnärztlichen Behandlungsraum

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn

Maryam Kashan Fallah

aus Teheran / Iran

2022

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Martin Exner
2. Gutachterin: Prof. Dr. Gabi Bierbaum

Tag der Mündlichen Prüfung: 11.01.2022

Aus dem Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Martin Exner

... Für meine Eltern, Narges und Randi.

Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungsverzeichnis	6
1.	Einleitung	7
1.1	Desinfektion - Definition	7
1.2	Geschichte der Hygiene	8
1.3	Hygiene heute in Zahnarztpraxen	10
1.4	Klassifikationen der untersuchten Erreger	14
1.5	Bakterien unserer Hautflora	18
2.	Material und Methoden	19
2.1	Materialien	19
2.2	Methoden	25
3.	Ergebnisse	32
3.1	Rahmeninformationen der Ergebnisse	32
3.1.1	Rotes Winkelstück	33
3.1.2	Grünes Winkelstück	40
3.1.3	Lampengriff	47
3.1.4	Behandlungsstuhl	53
3.1.5	Speibecken	60
3.1.6	Schubladengriff	66
3.1.7	Exakter Test nach Fischer	71
4.	Diskussion	76
5.	Zusammenfassung	83
6.	Abbildungsverzeichnis	84
7.	Tabellenverzeichnis	86
8.	Literaturverzeichnis	87
9.	Danksagung	94

Abkürzungsverzeichnis

Abs	Absatz
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome, erworbenes Immundefektsyndrom
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BZÄK	Bundeszahnärztekammer
DAHZ	Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnmedizin
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
GWS	Grünes Winkelstück
HBV	Hepatitis-B-Virus
HCV	Hepatitis-C-Virus
HIV	Humanes Immundefizienz-Virus
ISO/DIS	Internationale Organisation für Normung/ Draft international Standard
KBE	Koloniebildende Einheiten
KNS	Koagulase-negative Staphylokokken
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
MRSA	Methicillin-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i>
OP	Operation
PBP2a	Penicillin Binding Protein 2A
RDG	Reinigungs- und Desinfektionsgeräte
RKI	Robert Koch-Institut
RWS	Rotes Winkelstück
TSA	Trypton-Sojabohnenmehlpepton-Agar
VAH	Verbund für Angewandte Hygiene
ZFA	Zahnärztliche Fachangestellte
ZM	Zahnärztliche Mitteilungen Deutscher Ärzteverlag GmbH

1. Einleitung

Ziel der Untersuchungen ist die Überprüfung der Wirksamkeit und Validität von vorgetränkten Flächendesinfektionstüchern (Tuchspendersystem), welche mittlerweile in zahlreichen zahnärztlichen Praxen Verwendung finden. Der Fokus liegt hierbei auf Präparaten, welche Alkohol als Wirkstoff beinhalten.

Im ersten Schritt wird beobachtet, welches Flächendesinfektionsverfahren in der zu untersuchenden Zahnarztpraxis besteht und ob dieses validiert werden kann.

Anhand der Ergebnisse werden die Problemstellen analysiert und evaluiert. Die Flächendesinfektion wird mit einem Tuchtränkeverfahren unter Praxisbedingungen optimiert, um eine künftige Standardisierung und Validierung beschreiben zu können, sowie untermauern zu können wo es nicht ausreichend ist.

1.1 Desinfektion – Definition

Desinfektion ist ein Prozess, durch den die Anzahl von Krankheitserregern auf einem Gegenstand / Bereich infolge von Abtötung oder Inaktivierung reduziert wird und somit von ihnen keine Infektionsgefährdung ausgehen kann (Bodenschatz, 2012; Kramer und Assadian, 2008; Müller und Wille, 2004). Das Ziel der Desinfektion ist, die Übertragung von krankheitserregenden Mikroorganismen zu verhindern und somit Infektionsketten vorzubeugen. Besonders in zahnmedizinischen Einrichtungen, ist auf Kontamination von Patient zu Patient, sowie Kreuzinfektionen zu achten (Chidambaranathan und Balasubramanium, 2019). Die Desinfektion ist von Begriffen wie Antiseptik, Reinigung und Sterilisation klar zu differenzieren. Die Begrifflichkeit der Antiseptik wird verwendet, wenn die Desinfektion nicht auf einem Gegenstand, sondern als antimikrobielle Maßnahme am oder im lebenden Gewebe stattfindet (Kramer und Assadian, 2008).

Eine Entfernung von anorganischen und / oder organischen Verunreinigungen soll durch mechanische und / oder chemische Verfahren der Reinigung erfolgen. Hierbei findet jedoch bestimmungsgemäß keine Inaktivierung / Abtötung der Mikroorganismen statt. Die Reinigung ist jedoch Voraussetzung für eine erfolgreiche Desinfektion, da anorganische,

sowie organische Verschmutzungen die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels beeinträchtigen.

Die heutigen Desinfektionsmittel auf dem Markt verfügen in der Regel über eine sowohl reinigende als auch desinfizierende Wirkung.

Unter Sterilisation versteht man eine vollständige "Eliminierung" von vermehrungsfähigen Mikroorganismen. Darunter fallen auch resistente, bakterielle Dauerformen. Inaktivierte Mikroorganismen müssen nicht unbedingt entfernt werden, jedoch dürfen sie nicht mehr infektiös oder vermehrungsfähig sein (Bodenschatz, 2006).

In der Humanmedizin und Zahnmedizin wird die Desinfektion in folgende Anwendungsgebiete unterteilt:

- Händedesinfektion (hygienisch und chirurgisch)
- Flächendesinfektion
- Instrumentendesinfektion
- Wäschedesinfektion

(Gemein, 2011)

1.2 Geschichte der Hygiene

Heute haben sich Maßnahmen wie Hände- und Flächendesinfektion, sowie antibakterielle Behandlungen zur Vermeidung von Epidemien und Seuchen etabliert. Um ein besseres Verständnis der Begrifflichkeit Hygiene und ihrer Bedeutsamkeit zu erhalten, ist ein Blick in die Geschichte der Hygiene von großer Relevanz.

Man geht davon aus, dass der Ursprung der Hygiene in der Antike liegt. Als sich die erste bekannte Pestwelle 420 v. Chr. ausbreitet, ist Athen besonders betroffen. Überlebende suchen zum Schutz Asyl in Asklepios Tempel, die erste Form der Isolation hinsichtlich ansteckender Krankheiten. Asklepios gilt als Gott der Medizin in der griechischen Mythologie und ist Hygieias Vater. Hygieia ist die griechische Göttin der Sauberkeit und Gesundheit (Compton, 2002).

Auch Hippokrates 375 v. Chr. spielt in der Geschichte der Hygiene eine wesentliche Rolle. Noch heute legen Ärzte den Eid des Hippokrates ab, um seine Ethik als Arzt zu bewahren.

Hippokrates hat einige vorbeugende Maßnahmen gegen Seuchen empfohlen, die heute noch in der Hygiene gelten. Diese hat er in seinem Werk „Epidemie“ geschildert (Petit, 2002). Die Geschichte der Menschen bleibt allerdings weiterhin nicht von Epidemien und Pestwellen verschont und im Jahr 1348 erlebt Europa erneut eine große Pestwelle (Schülke, 2019).

Beim Einhalten von heutigen Hygienevorschriften wissen wir, dass Keimverschleppungen und -vermehrungen zu vermeiden sind. Hierzu ist es wichtig die Erreger zu kennen, um diese beseitigen zu können.

Die ersten Schritte, um die zuständigen Mikroorganismen klassifizieren zu können erfolgt durch den niederländischen Kaufmann Anthony v. Leevenhoek (1632-1723), der Glaslinsen so schleift, dass Vergrößerungen möglich werden. Somit werden die Grundbausteine für Mikroskopie in der Mikrobiologie gelegt (Gest, 2004).

Akkurates Händewaschen sowie Händedesinfektion ist für die Einhaltung der Hygiene von wesentlicher Bedeutung. Dies wird durch Ignaz Semmelweiß (1818-1865) beleuchtet als er in einer Gebärklinik in Wien tätig ist. Um die Muttersterblichkeit, die durch Keime beim Geburtsvorgang verursacht werden, zu reduzieren, führt Semmelweiß erfolgreich das Händewaschen mit Chlorkalk vor Entbindungen ein. Nicht nur die Händedesinfektion ist wichtig, sondern auch die Verwendung von antiseptischen und desinfizierenden Mitteln. Sir Joseph Lister (1827-1912) stellt fest, dass er bei Verwendung von antiseptischen Mitteln die Sterblichkeit, verbunden mit chirurgischen Eingriffen, vermindern kann.

Zusätzlich zu den beschriebenen Maßnahmen wird für die Bakterientötung durch Hitze, Sterilisation verwendet. Dies führt Louis Pasteur (1823-1893) unter dem Begriff Pasteurisieren ein. Seine Arbeit bildet die Grundlage für die Asepsis und Antisepsis in der Chirurgie (Cavalion und Chrétien, 2019).

Rund um das Jahr 1889 werden immer mehr Präparate für Hygiene und Desinfektion kommerziell produziert, vertrieben und etabliert. Zu den ersten Präparaten zählen beispielsweise Lysol und Sagrotan (Schülke 2019).

Auch die Bedeutung der Einnahme von Antibiotika ist für bakterielle Behandlungen nicht ohne Bedeutung. Sir Alexander Fleming (1881-1955) erreicht mit der Entdeckung des Penicillins einen großen Meilenstein für antibakterielle Therapien (Ligon, 2004).

Heute werden jedoch immer mehr Infektionen mit dem Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) festgestellt. MRSA ist vor allem in Krankenhäusern stark verbreitet und in der direkten Bekämpfung kompliziert, da es gegen viele Antibiotika resistent ist (Schülke, 2019).

Staphylococcus aureus, welches ein großes, humanes Pathogen ist, hat die Fähigkeit Resistenzen gegen viele Antibiotika zu entwickeln. Diese Fähigkeiten macht *Staphylococcus aureus* zu einem „Superbug“. Durch die klinische Benutzung von Methicillin ist somit MRSA entstanden (Lakhundi et al., 2018).

In vielen Teilen der Welt ist MRSA verantwortlich für den größten Anteil der *Staphylococcus aureus* Infektionen, vor allem im Gesundheitswesen. Molekulare Studien bestätigen MRSA-Klone als Ursache, welche in Krankenhäusern und gesundheitlichen Institutionen endemisch geworden sind (Lindsay et al., 2013).

Schwierig zu eradizieren sind die multiresistenten gramnegativen Erreger (MRGN). Dies stellt heute eine große Problematik dar, weil die durch multiresistente gramnegative Bakterien (MRGN) verursachten Infektionen in den letzten Jahren in allen Teilen der Welt dramatisch zugenommen haben (Exner et al., 2017).

1.3 Hygiene heute in Zahnarztpraxen

Um Infektionen durch Keime und Erreger (wie unter anderem durch MRSA) zu vermeiden und vorzubeugen, werden Hygiene-Richtlinien für Kliniken, Institute und Praxen vorgegeben. Als Anweisung und Anleitung der Hygiene in Zahnarztpraxen ist auf die Richtlinien der Bundeszahnärztekammer (BZÄK), des Deutschen Arbeitskreises für Hygiene in der Zahnmedizin (DAHZ) und des Robert Koch-Instituts (RKI) zu verweisen. Die aktuelle, wissenschaftliche Literatur belegt zudem die Notwendigkeit der Standardisierung für die Reinigung und Desinfektion. Eine sachgerechte Umsetzung dieser Maßnahmen wird durch schriftlich fixierte Standardarbeitsanweisungen, fundierte Aus-, Fort- und Weiterbildung und geeignete Auditsysteme erreicht. Zusätzlich sollten

Testverfahren zur Überprüfung der Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln einschließlich der Anwendung in Tuchspendersystemen im Vortränksystem entwickelt werden (Gebel et al., 2013).

Aus dem Hygieneleitfaden des DAHZ (Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnmedizin) 12. Ausgabe 2018, gehen folgende Punkte hervor, welche im Rahmen dieser Dissertationsarbeit von hoher Relevanz sind:

Verantwortlicher für den Erfolg des Einhaltens der Hygienevorgaben ist der jeweilige Praxisinhaber oder Betreiber mit Approbation. Diese Aufgabe kann zwar delegiert werden, muss aber in regelmäßigen Abständen überprüft und gegebenenfalls auf den „State of the Art“ optimiert werden, damit sie dem aktuellen Stand der Wissenschaft und den gültigen Regelwerken entsprechend angepasst werden kann.

Um nicht ein unwirtschaftliches Maß an Geld und Zeit investieren zu müssen und um die Arbeitsschritte für alle Mitarbeiter klar und deutlich zu gestalten, ist eine Systematisierung, Rationalisierung und Standardisierung dieser notwendig. Diesbezüglich gilt es zu berücksichtigen, dass alle Aufbereitungsschritte in dokumentierten Verfahren so durchzuführen sind, dass sie gewährleisten, die vorgegebenen Ziele zuverlässig und reproduzierbar zu erreichen. Dazu gehören neben Sauberkeit und Keimarmut auch die Abwesenheit pathogener Erreger. Eine Validierung besteht nur dann, wenn ein dokumentierter Nachweis darüber vorliegt, dass ein bestimmter Prozess mit einem hohen Grad an Sicherheit kontinuierlich ein Ergebnis erzeugt, das vorher definierte Spezifikationen und Qualitätsmerkmale erfüllt.

Die Flächendesinfektion in einem klinisch genutzten Praxisbereich, bezieht sich auf mikrobielle Kontamination durch Kontakt und Aerosol in der Umgebung. Kontaktkontaminationen gehen unmittelbar von Zahnarzt, Mitarbeitern, Patienten und Gegenständen aus. Somit können Oberflächen durch Handkontakt, Objekte und Aerosolbildung kontaminiert werden (Sattar, 2004). Auf potenziell kontaminierten Flächen können sich innerhalb kürzester Zeit hohe Keimzahlen bilden und sich somit auch durch Kontakt auf weitere Flächen im Praxisbereich ausbreiten. Aus diesem Grund spielen in gesundheitlichen Einrichtungen auch die Oberflächen eine wichtige Rolle in der Transmission von Pathogenen (Weber et al., 2010, Otter et al., 2011).

Die Relevanz der Flächendesinfektion wird in der Literatur erwähnt, da sie eine wichtige Rolle in der Prävention von nosokomialen Infektionen und Antibiotika-Resistenzen spielen (Exner, 2007).

Für die Effizienz der Flächendesinfektion mittels Tuchspendersystem ist die Zusammensetzung der Wirkstoffe des Flächendesinfektionsmittels wichtig. Hier hat sich gezeigt, dass aldehyd-, peroxid- oder alkoholhaltige (heutzutage größtenteils verwendet) Präparate die Verbreitung von beispielweise *Staphylococcus aureus* verhindern können (Exner et al., 2004). Zudem ist die Kompatibilität des Wischtuchs mit den Inhaltsstoffen ein wichtiger Faktor. Ebenso spielt die Beschaffenheit der zu desinfizierenden Oberfläche eine große Rolle. Im besten Fall ist die Oberfläche glatt, abwischbar und leicht zugänglich. Hierbei muss man bei alkoholhaltigen Präparaten berücksichtigen, dass diese unter Umständen die Beschaffenheit von Kunststoffoberflächen und Polsterungen verändern können.

Grundsätzlich wird zwischen Sprühdesinfektion und Wischdesinfektion unterschieden. Die Wischdesinfektion sollte der Sprühdesinfektion grundsätzlich vorgezogen werden (Mupparapu und Kothari, 2019). Eine Sprühdesinfektion sollte man lediglich auf Bereiche beschränken, welche mittels einer Wischdesinfektion nicht erreichbar sind. Für die Wischdesinfektion können unterschiedliche Systeme verwendet werden. So gibt es das klassische Eimerverfahren, bei dem Wischtücher in ein bestimmtes Volumen Desinfektionsmittel eingetaucht werden und damit die Desinfektion durchgeführt wird. In neuerer Zeit haben sich aber gebrauchsfertige Tuchspendersysteme oder ready-to-use Tücher durchgesetzt, bei denen die Wischtücher mit dem Desinfektionsmittel vorbenetzt werden, somit entfällt das Eintauchen in eine Flüssigkeit. Dabei sollte auf das vom Hersteller angegebene Verfahren des Befüllens des Tuchspendersystems, als auch auf die angegebene Verwendungsdauer geachtet werden. Diese beträgt häufig maximal 28 Tage. Nach Ablauf der Verwendungszeit muss man von einer Verringerung der Wirksamkeit des Desinfektionsmittels ausgehen.

Alle in der zahnärztlichen Praxis eingesetzten Flächendesinfektionsverfahren sollten folgende Kriterien erfüllen:

- VAH-Zertifizierung zur Flächendesinfektion
- HBV-, HCV-, HIV-Wirksamkeit (begrenzt Viruzid)

- Verwendung eines tuberkulozid wirksamen Desinfektionsmittels bei Verdacht auf Tuberkulose

Folgende Flächen sind zusätzlich zu Einrichtung und Behandlungsgegenständen, nach der Behandlung eines Patienten zu desinfizieren:

- alle patientennahen Flächen, die eventuell durch Aerosolwolken kontaminiert sind
- alle patientennahen Flächen, die möglicherweise durch Kontakt kontaminiert sind

Wichtig ist, dass die Fläche erst nach sichtbarer Trocknung wiederverwendet werden kann, sowie, dass die für das Desinfektionsmittel angegebene Einwirkzeit eingehalten wird.

Die Sprüh- und Wischdesinfektion kann auch auf diversen Oberflächen von unkritischen und semikritischen Medizinprodukten verwendet werden, die weder thermisch noch durch Einlegen in eine Desinfektionslösung desinfiziert werden können. Hierfür sind beispielsweise alkoholische Präparate gut geeignet, da diese eine kurze Einwirkzeit aufweisen. Jedoch darf es durch die Wahl des Desinfektionsmittels zu keiner Fixierung von Proteinen auf den Medizinprodukten kommen.

Aus dem DAHZ (Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnmedizin) 12. Ausgabe 2018, geht zudem hervor, dass Übertragungsinstrumente (Hand-Winkelstücke und Turbinen) für allgemeine, restaurative oder kieferorthopädische und nicht-invasive Behandlungen, die zahnärztliche Einheit sowohl außen als auch innen mit einem Gemisch aus Kühlwasser und Keimen kontaminieren können. Hier ist es möglich sowohl maschinell in einem Reinigungs- und Desinfektionsgerät (RDG) als auch manuell mit speziellen Adaptern die Innenkanäle zu desinfizieren, sodass die Kanäle für Luft und Kühlwasser gespült werden. Bevorzugt soll die Reinigung maschinell durch ein RDG erfolgen.

Anschließend ist eine thermische Desinfektion erforderlich. Darauf kann verzichtet werden, wenn ein viruzides Desinfektionsmittel eingesetzt wird.

Geräte mit Austritt von Flüssigkeiten und Luft für nicht-invasive Maßnahmen, wie beispielsweise die Mehrfunktionsspritze oder das Pulverstrahlgerät, tragen auch die Gefahr der Übertragung von potenziell pathogenen Keimen. Außerdem sollten Geräte, die im Mund der Patienten waren, am Ende der Behandlung für mindestens 20 Sekunden

gespült werden. Hier sollte die Verwendung von Einmal multifunktions-spritzen in Betracht gezogen werden.

In der aktuellsten Empfehlung der KRINKO aus dem Jahr 2006 ‚Infektionsprävention in der Zahnheilkunde‘ ergeben sich weitere hierfür relevante Punkte: Übertragungswege der Krankheitserreger können auch über direkten Kontakt mit Blut, Speichel oder anderen möglicherweise infektiösen Sekreten erfolgen. Zudem besteht hier auch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit der Übertragung bei Verletzungen der Haut oder Schleimhaut (RKI, 2006).

Der indirekte Übertragungsweg kann über kontaminierte Instrumente, zahntechnische Materialien oder Hände erfolgen.

Zu den Krankheitserregern, die in der Zahnheilkunde sowohl für Patienten als auch für das Personal potenziell von Bedeutung sind zählen Erreger, welche durch Blut übertragen werden, wie zum Beispiel: HBV, HCV und HIV. Erreger, die hingegen direkt oder indirekt übertragen werden können, sind beispielsweise Herpes-Viren und Staphylokokken. Dazu kommt es durch Aerosolbildung mit kontaminiertem Wasser aus der Behandlungseinheit - beziehungsweise aus dem Mundraum des Patienten - zu Infektionen von durch Tröpfchen übertragenen Erregern. Hierzu zählen beispielsweise Streptokokken, Influenza-Erreger und *Mykobakterium tuberculosis*. Diese können vor allem zu Infektionen im Respirationstrakt führen (Heudorf, 2006).

1.4 Klassifikationen der untersuchten Erreger

Es gibt eine Vielzahl von Keimen, die im Krankenhaus oder in der Zahnarztpraxis für die Flächendesinfektion relevant sind. Der Fokus dieser Dissertation beschränkt sich jedoch auf die im Rahmen der einjährigen Forschung untersuchten folgenden drei Gattungen:

- Staphylokokken
- Mikrokokken
- aerobe Sporenbildner

Ziel der Untersuchungen war es, die Keimzahl vor und nach der Flächendesinfektion mittels Tuchspendersystem, zu ermitteln.

Folgend eine nähere Betrachtung der Bakteriengattungen (Kayser et al., 2014):

Staphylokokken

Merkmale der Staphylokokken sind, dass sie meist katalasepositiv, fakultativ anaerob, morphologisch einzeln, in Paaren, in Haufen oder Traubenanordnung und grampositive Kokken sind. Diese Gattung beinhaltet ca. 71 Spezies und Subspezies.

Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus gehört zu den häufigsten bakteriellen Erregern, die bei Menschen zu Infektionen führen (Lister und Horswill, 2014). Auch diese Art sammelt sich in small-colony-variants mit 0,8 - 1,2 µm Durchmesser. Sie sind pigmentiert und zeigen eine Hämolysezone. Sie sind dafür bekannt, oft Resistenzen gegenüber Aminoglykosid-Antibiotika zu zeigen.

Zudem können einige Enzyme und Toxine eine pathogene Virulenz der Staphylokokken bewirken. Hier sind als Beispiel Hyaluronidase und DNAase zu benennen. Diese Enzyme wirken ortständig und erleichtern die lokale Ausbreitung in den Geweben. Ebenso spielt die Plasmakoagulase eine Rolle, welche eine Thrombinfunktion besitzt und somit die Phagozytose erschwert, indem es Fibrinogen in Fibrin umwandelt einen Fibrinwall und um die Mikrokolonie bildet. Zudem können sich durch Leukozidine Schädigungen vom neutrophilen Granulozyten, sowie Phagozyten ergeben. Ungefähr die Hälfte der Staphylokokken produzieren Enterotoxine, welche vor allem Lebensmittelintoxikationen hervorrufen.

Staphylococcus aureus ist einer der häufigsten Erreger nosokomialer Infektionen, da er Haut und Schleimhäute des vorderen Nasenbereichs besiedelt (Mehraj et al., 2016).

Weitere Infektionen, die durch *Staphylococcus aureus* verursacht werden, sind lokale eitrige Infektionen, Wundinfektionen (oft postoperativ), Sinusitis, Otitis Media, Endokarditis und die Pneumonie. Außerdem werden etwa 20 % aller Sepsen von *Staphylococcus aureus* verursacht. Zu Therapieformen bei einer Staphylokokken-Infektion gehören neben chirurgischen Maßnahmen die Behandlung mit penicillinasefesten β -Lactamen, da fast 90 % aller Stämme Penicillinase bilden. Aufgrund häufiger Resistenzen einiger *Staphylococcus aureus*-Stämme mit Methicillinresistenz (MRSA) können jedoch auch Vancomycin oder neuere Antibiotika eingesetzt werden.

Methicillinresistenzen

Die Methicillinresistenz beruht auf der Bildung des zusätzlichen Penicillinbindeproteins PBP2a mit nur geringer Affinität für β -Laktamantibiotika. Deshalb besteht eine Kreuzresistenz gegen alle Vertreter dieser 'Substanzgruppe' (RKI, 2016).

Medizinische Geräte haben unser modernes Gesundheitswesen revolutioniert, jedoch ist die Anheftung von Biofilmen an den Geräten Ursache von DRI's (Device Related Infections). Gemeint sind Infektionen, die von *Staphylococcus aureus* oder *Staphylococcus epidermidis* produzierten Biofilmen verursacht werden. Diese Arten von Infektionen sind schwer zu behandeln, da die Zellmatrix und phänotypische Eigenschaften dieser Erreger das Durchdringen von Antibiotika verhindern (O'Gara und Humphreys, 2001).

Koagulasenegative Staphylokokken (KNS)

KNS gehören zur Normalflora von Haut und Schleimhäuten, jedoch können sie bei bestehender Disposition auch zu Krankheiten führen. Vor allem können sie zu Fremdkörper-assoziierten Infektionen führen. Dieser Vorgang verläuft folgendermaßen: Die Fremdkörper im Mikroorganismus werden durch Matrixproteine, wie zum Beispiel Fibrinogen, Elastin und Kollagen bedeckt. Diese binden an Staphylokokken mit spezifischen Zellwandproteinen. Sie vermehren sich daraufhin auf der Oberfläche und produzieren durch Polymersubstanzen einen Biofilm. In der Tiefe des entstandenen Biofilms sind die KNS vor Antibiotika und dem Immunsystem geschützt und können von dort aus ins Blut gelangen. Dies kann zu subakuten und sepsisartigen Krankheitsbildern führen. KNS können als Reservoir für Antibiotika-Resistenzen dienen und virulente Eigenschaften zeigen (Heilmann und Ziehbuhr, 2019).

Staphylococcus epidermidis

Staphylococcus epidermidis ist ein koagulasenegatives Bakterium. Es gehört zu der vornehmlich angetroffenen Spezies und führt zusammen mit KNS zu etwa 80 % der Fremdkörper-assoziierten Infektionen. Auch sie bilden Biofilme, zum Beispiel auf künstlichen Herzklappen und können zur Endokarditis führen. Obwohl sie einen Teil unserer normalen Hautflora darstellen, sind sie gleichzeitig auch opportunistisch und können insbesondere in Brandwunden oder postoperativen Wunden zu Infektionen

führen. Zudem kann *Staphylococcus epidermidis* auch auf medizinischen Oberflächen und Instrumenten haften (McCarthy et al., 2015).

Staphylococcus saprophyticus

Dieser Erreger ist für 10 - 20 % der akuten Harnwegsinfektionen verantwortlich. Vor allem jedoch bei jungen Frauen ist *Staphylococcus saprophyticus* für die Infektion der Harnwege verantwortlich (Eriksson et al., 2013).

Aerobe Sporenbildner

Hierbei handelt es sich um stäbchenförmige Bakterien mit mehr als 200 verschiedenen Arten. Sie sind aerob, grampositiv und überwiegend nicht pathogen. Ihr natürliches Habitat ist der Erdboden, weshalb sie zu den Umweltkeimen zählen. Sporen sind ein Entwicklungsstadium oder eine Dauerform unter Stressbedingung und werden unter anderem von *Bacillus subtilis* gebildet und vermehren sich nur unter aeroben Bedingungen. *Bacillus subtilis* können sich in vielen unterschiedlichen Milieus vermehren und wachsen (Ashlee et al., 2008). Alle Sporenarten bilden Lecithinase und Katalase. Die meisten Arten unterscheiden sich in der Art und Weise der Kohlenhydrat-Verwertung und der Fähigkeit, aktive Bewegungen auszuführen. Sie besitzen ein breites Spektrum artspezifischer Enzyme (zum Beispiel Kollagenasen, Proteasen) und können somit biologisches Gewebe zersetzen.

Einige prominente Arten der Bazillus Bakterien sind:

- *Bacillus anthracis* – Milzbranderreger, Übertragung ist durch erkrankte Tiere möglich. Seine virulenten Eigenschaften können Immunzellen deaktivieren (Pilo und Frey, 2018).
- *Bacillus cereus* - verursacht Lebensmittelintoxikationen, Diarrhoe und Sepsis bei Immunkompromittierten. *Bacillus cereus* ist besonders in pulverisiertem Kartoffelpüree und Säuglingsnahrung zu finden (Heini et al., 2018).

Einige Vertreter der Gattung *Bacillus* bilden Toxine. Obwohl diese Bakterien überwiegend nicht pathogenen sind, besitzen sie die Eigenschaft, krankheitserregend zu sein und durch die Toxinbildung eine Enteritis zu verursachen, beispielsweise durch *Bacillus cereus*. Auch Katheter-assoziierte Infektionen, seltene Bakteriämien und Sepsen können durch aerobe Sporenbildner ausgelöst werden.

Infektionen durch aerobe Sporenbildner können gut mit Penicillin behandelt werden.

Micrococcus species

Mikrokokken sind eine Gattung von grampositiven, in der Regel nicht pathogenen, kugelförmigen Bakterien. Morphologisch sind sie rund bis oval und liegen in Tetraden - in Vierer-Paketen vor. Sie sind aerob, katalase- und oxidase-positiv. Insgesamt sind sie Bestandteil der natürlichen Hautflora des Menschen und überall zu finden.

In einer Studie wurden *Micrococcus*-Spezies gehäuft in der Mundhöhle und Handflächen nachgewiesen (Szczerba, 2003). Obwohl Mikrokokken nicht pathogen sind, gibt es Berichte über Zusammenhänge zwischen *Micrococcus species* und dem Auftreten einer Endokarditis (Seifert et al., 1995).

1.5 Bakterien unserer Hautflora

Es wurden einige Studien durchgeführt, die die Zusammensetzung unserer Hautflora untersucht haben. Kloos und Musselwhite entnahmen Proben vom Kopf, den Beinen und Armen der Probanden. Sie haben festgestellt, dass Staphylokokken, Corynebakterien, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner die dominantesten Gattungen unserer Hautflora sind. Ebenfalls ging hervor, dass hauptsächlich die Spezies *Staphylococcus aureus* und *Staphylococcus epidermidis* aus den Nasenhöhlen isoliert werden konnten (Kloos und Musselwhite, 1975).

Eine weitere Studie durch Korting, Lukacs und Braun-Falco hat betätigt, dass die oben erwähnten Bakterien in unserer Hautflora vorkommen und nicht ersten Grades pathogen sind (Korting et al., 1988).

2. Material und Methoden

2.1 Materialien

Abklatschplatten

CASO-ABKLATSCHAGAR MIT ENTHEMMER PLUS, Ø 55 mm

Anwendung

Zur Überprüfung der Keimzahl auf Oberflächen nach Reinigung und Desinfektion. Der Zusatz der verbesserten Enthemmerkombination nach ISO/DIS 14698 gewährleistet eine sichere Aufhebung der bakteriziden Wirksamkeit der Desinfektionsmittel nach deren Einwirkzeit.

Bei gekühlter Aufbewahrung (2 - 12 °C) maximal 3 Monate haltbar (ab Produktionsdatum).

Zusammensetzung g/l:

Histidin 1,0 g - Caseinpepton 15,0 g - Sojapepton 5,0 g - Natriumchlorid 5,0 g - Lecithin 3,0 g Natriumthiosulfat 5,0 g - Tween 80: 30,0 ml, Agar 18,0 g

Kontrolle der Platten:

1. Prüfung der allgemeinen Produktmerkmale Etikettierung und Schalendruck
2. Sterilitätskontrolle:
> 5 Tage bei 20 - 25 °C, aerob > 5 Tage bei 30 - 35 °C, aerob
3. Biologische Prüfung:
Inokulum für Produktivität: 10 – 100 KBE
4. Inkubationsbedingungen:
 - Bis zu 3 Tagen bei 32 ± 1 °C für Bakterien.
 - Bis zu 5 Tagen bei 22 ± 1 °C für Pilze. (Oxoid, 2009)

ORBI-Sept Flächendesinfektion (ORBI-Sept Wet Wipes L Premium)

Hersteller: Orbis Dental

Gebrauchsfertige alkoholische Schnelldesinfektionstücher zur prophylaktischen Oberflächendesinfektion von alkoholbeständigen Medizinprodukten, sowie zur Desinfektion von alkoholbeständigen kleinen Flächen.

Duftnoten: neutral, coolfresh

Tuchqualitäten: Plus Soft Premium

Zusammensetzung:

In 100 g sind enthalten:

43,0 g Ethanol, 8,0 g 1-Propanol, 0,055 g Didecyldimethylammoniumchlorid

Die Wirkstofflösung

Bakterizid (inklusive MRSA), levurozid (*Candida albicans*), tuberkulozid, „begrenzt viruzid“ (wirksam gegenüber behüllten Viren wie zum Beispiel HBV, HIV, HCV), wirksam gegenüber Adeno-, Noro- und Rota-Viren.

Tab. 1: Einwirkzeiten: ORBI- Sept Flächendesinfektion

Erreger	Einwirkzeit
Bakterien nach EN13727 und EN13697 (hohe Belastung)	1 min
<i>Candida albicans</i> nach EN13624 und EN13697 (hohe Belastung)	1 min
Tbc (Tuberkulose)-Inaktivierung (<i>M.terrae</i>) nach EN 14348 (hohe Belastung)	1 min
Behüllte Viren (z.B. HBV, HIV, HCV) gemäß DVV/2012	keine
Wirksamkeit der getränkten Tücher nach EN16615 mit hoher Belastung	2 min
Bakterien und <i>Candida albicans</i> (geprüft nach den Anforderungen des VAH, Stand: 02.04.2015, hohe Belastung)	2 min
Im Flächentest mit hoher Belastung	1 min
Adeno-Viren EN14476 (hohe Belastung)	1 min
Noro-Viren nach EN14476 (hohe Belastung)	1 min
Rota-Viren nach EN14476 (hohe Belastung)	1 min

Hinweise:

- Nicht geeignet zur abschließenden (terminalen) Desinfektion von invasiven Medizinprodukten
- Die Desinfektionslösung darf zum Tränken nur mit Tuchmaterialien und Einwirkzeiten, die nach DIN EN 16615 kompatibel sind, REF 258300 oder REF 258302, verwendet werden
- Die Tücher erfüllen die Anforderungen der DIN EN 16615 (4-Felder-Test)
- Nicht für die Verwendung bei Acrylglas, empfindlichen Oberflächen und mit farbigen Tüchern geeignet. Wir empfehlen hier die Verwendung der alkoholfreien Flächendesinfektion REF 258134 oder von alkoholfreien Desinfektionstüchern (Orbis, 2017).

Orbi-Sept-Wet Wipes L sind ebenfalls vom VAH (Verbund für Angewandte Hygiene) zertifiziert und unter folgenden Angaben gelistet:

Tab. 2: Aktueller Stand der VAH- Liste 06.02.2019 für ORBI-Sept

ORBI-Sept geschrieben Wet Wipes L Premium	
Zertifikatsstatus	Gültiges Zertifikat vorhanden
Anwendungsbereich	Flächendesinfektion
Wirkstoffbasis	Alkohole, Quaternäre Verbindungen
Einzelwirkstoffe, Menge Produkt	Ethanol 43 g / 100 g, 1- Propanol 8 g / 100 g, Didecyldimethylammoniumchlorid 0,055 g / 100 g
Regulatorischer Status laut Selbstauskunft des Zertifikatinhabers	keine
Flächeneinsatztyp	Wischdesinfektion Ready-to-Use Tuchsystem

Sie wirken bakterizid und levurozid, die Wirksamkeit wurde unter hoher Belastung getestet und die Einwirkzeit des Konzentrats beträgt fünf Minuten (VAH, 2016).

Sprühdesinfektion

ORBI-Sept Flächendesinfektion plus

Hersteller: ORBIS Dental

Gebrauchsfertige alkoholische Schnelldesinfektion - Lösung zur Oberflächendesinfektion von alkoholbeständigen Medizinprodukten im medizinischen Bereich. Diese Lösung wurde in eine Sprühflasche gefüllt.

Hinweise zur Anwendung:

Für die Wischdesinfektion ein geeignetes Tuch mit der Desinfektionslösung benetzen und wischen, bzw. die Lösung direkt auf die Fläche gegeben und wischen. Für die Sprühdesinfektion wird das Präparat auf die zu desinfizierenden Flächen oder Gegenstände aufgesprüht und gewischt.

Es ist darauf zu achten, dass die zu desinfizierenden Flächen vollständig benetzt sind und gemäß angegebener Einwirkzeiten angewandt werden. Nur zur Anwendung auf alkoholverträglichen Materialien (für Acrylglas beispielsweise nicht geeignet). Die Desinfektionslösung darf nur zum Tränken von mit der Lösung kompatiblen Tüchern der ORBIS Dental Handelsgesellschaft mbH verwendet werden bzw. mit Tuchmaterialien und Einwirkzeiten, die nach EN 16615 kompatibel sind.

Einwirkzeiten: sind ähnlich wie die von Orbi-Sept-Wet Wipes L.

Zusammensetzung (100 g)

37,0 g 1-Propanol

24,0 g Ethanol.

(Multident, 2018)

Microsept FD Quick and Clean Wipes

Anwendungsbereich:

MFD Quick und Clean Wipes sind gebrauchsfertige, alkoholisch getränkte Desinfektionstücher (Tränkflüssigkeit microsept® FD auf Alkohol- und Quats-Basis) zur

Schnelldesinfektion von alkoholbeständigen Medizinprodukten und medizinischem Inventar, wirkend im Sinne des Medizinproduktegesetzes. MFD Quick und Clean Wipes bieten durch ihre hautverträgliche Formulierung eine sichere Anwendung.

Sie sind auf Flächen und Gegenständen von alkoholbeständigen Medizinprodukten sowie wischbaren Flächen aller Art mit einem gebrauchsfertigen Desinfektionstuch in allen Bereichen zu verwenden.

MFD Quick und Clean Wipes werden zum Einsatz als Wischdesinfektion verwendet. Bei der Wischdesinfektion sollten (laut Empfehlung des RKI) mit einem Desinfektionstuch die Oberflächen abgewischt werden. Während der erforderlichen Einwirkzeit muss die Oberfläche vollständig benetzt sein. Nach Ablauf der Einwirkzeit die Flächen trocknen lassen.

Wirkpektrum (der Wirkstofflösung):

Bakterizid (inkl. Mycobakterizid/Tb, MRSA), levurozid (*C. albicans*), fungizid (*A. brasiliensis*), viruzid behüllte und unbehüllte Viren (HIV, HBV, HCV, MVA Vacciniavirus, Grippeviren, Rotavirus, Adenovirus, MNV murines Norovirus, Poliovirus).

Einwirkzeiten:

Gelistet in der Sparte Flächendesinfektion gem. VAH 5 min.

VAH Methode 14.3 Flächendesinfektion praxisnaher 4-Felder-Test

(*S. aureus*) + EN 16615 (hohe Belastung) 2 min

Hersteller: Praxis direkt GmbH

Zusammensetzung:

In der 100 g Tränklösung sind enthalten:

33,66 g Ethanol, 15,84 g 2-Propanol, 0,05 g Didecyldimethylammoniumchlorid 70 %,

Duftstoffe

Chemisch-Physikalische Daten

Aussehen: klar, farblos

pH-Wert: ca. 5,0 - 6,0

Dichte 20 °C: 0,900 - 0,920

Flammpunkt (EN 22719): ab 22,75 + 0,5 °C

Besondere Eigenschaften:

- MFD Quick und Clean Wipes sofort einsatzbereit
- breites Wirkspektrum der Tränklösung
- einfache Handhabung und schnelle Abtrocknung
- Vliesrolle im Nachfüllbeutel bietet eine hohe hygienische Sicherheit und geringen Aufbereitungsaufwand
- reißfeste und fusselfreie Vliesqualität
- die weiche Vliesstoffqualität ermöglicht eine Faltechnik für unzugängliche und verwinkelte Oberflächen
- 4- Felder Test mit kurzer Einwirkzeit 2 min.
- Standzeit 28 Tage
- sehr gut hautverträglich

(Praxisdirekt, 2017)

Der VAH-Online Liste können folgende Angaben zu Microsept FD Quick and Clean Wipes entnommen werden:

Aktueller Stand: 6. Februar 2019

Tab. 3: Aktueller Stand der VAH- Liste 06.02.2019 für Microsept FD

Zertifikatsstatus	im Rezertifizierungsverfahren
Anwendungsbereich	Flächendesinfektion
Wirkstoffbasis	Alkohol(e), Quaternäre Verbindung(en)
Regulatorischer Status laut Selbstauskunft des Zertifikatsinhabers	CE-Kennzeichen, Zertifikatsnummer: TÜV Süd, G117024469200
Flächeneinsatztyp	Wischdesinfektion - ohne spezifizierte Tücher

(VAH, 2019)

Obwohl keiner der Hersteller der verwendeten Oberflächendesinfektionsmittel angegeben hat sporizid zu sein, ist es durchaus möglich, dass sie aufgrund ihrer chemischen Verbindung (Ethanol + Didecyldimethylammoniumchlorid) auch gegen Sporenbildner wirksam sind (Yuan et al., 2014).

Auch andere Studien, in denen die Wirksamkeit des Didecyldimethylammoniumchlorids gegen Sporen überprüft wurde, zeigen eine sporizide Wirkung (Horejsh und Kampf, 2011).

2.2 Methoden

Untersuchungsphasen und Probenahmestellen:

Nach jeder Phase und Auswertung der jeweiligen Phase wurde die Methode und Vorgehensweise der Flächendesinfektion und Probenahme mit Abklatschplatten optimiert. Die Grundlage dieser Untersuchungen war, den Bakterienbestand vor und nach der Flächendesinfektion mit Ready-to-Use Tuchspendersystemen festzustellen. Um dies umzusetzen, wurden jeweils vor und nach der Flächendesinfektion von sechs festgelegten Probenahmestellen rund um die Behandlungseinheiten mit Agar-Abklatschplatten Proben in einem zahnärztlichen Behandlungsraum genommen.

Die Probenahmestellen Lampengriff, Behandlungsstuhl, Speibecken, und die oberste Schublade sind allesamt unkritisch einzustufen, da alle lediglich in Berührung mit intakter Haut kommen.

Das rote und grüne Winkelstück hingegen sind semikritisch, da sie in Berührung mit Schleimhäuten kommen können. Sollten die Winkelstücke chirurgisch benutzt werden, sind sie als kritisch einzustufen. Die Probenahme an den Übertragungsinstrumenten erfolgte nach der Wischdesinfektion, wonach in der Regel noch eine Sterilisation vorgenommen wurde.

Die Untersuchungen wurden zwischen Januar 2018 bis Februar 2019 durchgeführt und sind in insgesamt sechs Phasen unterteilt. In jeder Phase sind an unterschiedlichen Tagen zwischen fünf und zehn Proben an jeder Probenahmestelle entnommen worden. Bei großen Veränderungen der Vorgehensweise bis zu zehn Proben und bei kleinen Veränderungen fünf Proben.

Um eine statistische Signifikanz der Desinfektionsverfahren aufzuzeigen, wurde für die Zusammenfassung der Einzelergebnisse der Exakte Test nach Fischer (2-seitig, Signifikanzniveau (α) = 0,05) in IBM SPSS Statistics Version 25 Softwareprogramm durchgeführt.

Er ist besonders für Untersuchungen von Einzelmessungen mit kleinen Stichproben geeignet und bietet eine Alternative zum Chi-Quadrat Test.

Der Exakte Test nach Fischer ist ein Signifikanztest für 2 x 2 Kontingenztafeln, kann jedoch auch, wie in der vorliegenden Betrachtung, erweitert werden.

Die zu prüfende Nullhypothese lautet wie folgt:

H_0 : Die Erregerzahl ist unabhängig von der Durchführung der Desinfektionsmaßnahme.

Kann diese Nullhypothese aufgrund eines p-Wertes $< 0,05$ verworfen werden, so besagt dies, dass ein Zusammenhang zwischen Erregerzahl und Maßnahme (Desinfektion) gefunden wurde.

Phase 1

Abklatsch-Untersuchungen von Januar – März 2018

Tuchsystem: Microsept FD Quick and Clean Wipes

Für die Proben in diesem Zeitraum wurde weder dokumentiert, wann ein neues Desinfektionstuch benutzt wurde, noch wurde dokumentiert in welcher Reihenfolge die jeweilige ZFA desinfiziert hat. Die Abklatschuntersuchungen nach Desinfektion konnten deshalb nicht in der exakt gleichen Reihenfolge durchgeführt werden.

Vor und nach Behandlung der Patienten wurden an den sechs festgelegten Probenahmestellen Abklatschproben entnommen:

1. Lampengriff rechts
2. Behandlungsstuhl
3. Rotes Winkelstück
4. Grünes Winkelstück
5. Speibecken rechts
6. Oberste Schublade (Griff) rechts

Für die Desinfektion der kompletten Behandlungseinheit wurden insgesamt 1-2 Desinfektionstücher verwendet.

Je nachdem wann der nächste Patient geplant war, wurde eine Einwirkzeit des Desinfektionsmittels von 30 Sekunden bis maximal fünf Minuten Einwirkzeit eingehalten.

Vor der Behandlung der neuen Patienten wurden dann an genau den gleichen festgelegten Stellen erneute Abklatschproben genommen.

In Phase 1 sind insgesamt neun Probenpaare an unterschiedlichen Tagen entnommen worden.

Phase 2

Abklatsch-Untersuchungen von Mai – Juni 2018

Tuchsystem: Microsept FD Quick and Clean Wipes

Nach Auswertung der Ergebnisse der Probenahmen von Januar-April 2018 wurde festgelegt, dass die Reihenfolge der Abklatschbeprobungen mit der der Desinfektion identisch sein muss. Außerdem wurde nach Desinfektion eine exakte Einwirkzeit von 3 Minuten festgelegt. Zudem wurde dokumentiert, wie viele Desinfektionstücher jeweils benutzt wurden, welches folgend exemplarisch dargestellt ist:

Die Reihenfolge der Desinfektion hat abhängig von der jeweils zuständigen ZFA von Tag zu Tag variiert.

Datum: 23.05.18

Anzahl der Desinfektionstücher: 1

Reihenfolge der Desinfektion:

1. Rotes Winkelstück
2. Grünes Winkelstück
3. Lampengriff
4. Behandlungsstuhl
5. Speibecken
7. Der oberste Schubladengriff rechts (wurde nicht desinfiziert!)

Drei Minuten Einwirkzeit ab Start der Desinfektion der ersten Behandlungseinheit (Timer gestartet). Die Reihenfolge der Probenahme erfolgt analog der der Desinfektion.

In Phase 2 sind insgesamt zehn Probenpaare an unterschiedlichen Tagen entnommen worden.

Phase 3

Abklatsch-Untersuchungen von August 2018

Tuchsystem: Microsept FD Quick and Clean Wipes

Nach erneuter Auswertung der Ergebnisse nach Modifikation wurde entschieden, dass beim Desinfektionsvorgang mehrere Desinfektionstücher benutzt werden sollen.

Bevorzugt ein neues Tuch für jede Einheit des zahnärztlichen Behandlungsstuhls. Zudem sollen Einwirkzeiten noch besser beachtet werden. Die Einwirkzeit von drei Minuten wurde ab Start der Desinfektion per Timer gestoppt.

Datum: 02.08.18

Anzahl der Desinfektionstücher: 3

Reihenfolge der Desinfektion:

1. Rotes Winkelstück (Tuch 1)
2. Grünes Winkelstück
3. Lampen Griff (Tuch 2)
4. Behandlungsstuhl (Tuch 3)
5. Speibecken
6. Schublade

Drei Minuten Einwirkzeit ab Start der Desinfektion der ersten Behandlungseinheit (Timer gestartet). Die Reihenfolge der Probenahme erfolgt analog der der Desinfektion.

In Phase 3 sind insgesamt fünf Probenpaare an unterschiedlichen Tagen entnommen worden, da die einzige Veränderung das Verwenden von mehreren frischen Desinfektionstücher war.

Phase 4

Abklatsch-Untersuchungen von Oktober – November 2018

Tuchsystem: Orbi-Sept Wet Wipes L premium

Nach Benutzung von mehreren, frischen Desinfektionstüchern pro Durchgang wurde zwar insgesamt eine Verminderung hinsichtlich der Keimanzahl festgestellt, jedoch haben einige Stellen Schwachpunkte gezeigt. Daraufhin wurde beschlossen, Ready-To-Use vorgetränkte Flächendesinfektionstücher zu verwenden, welche in der VAH-Liste empfohlen und zertifiziert wurden. Verwendet wurden „Orbi-Sept Wet Wipes L premium“ von „Orbis Dental“. Diese sind vorgetränkt in einem Kunststoffbeutel eingepackt. Die Tuchspenderbehälter in der Praxis sind wiederverwendbar. Ein ausgesuchter Behälter wurde für die Untersuchung sorgfältig gereinigt und desinfiziert. Zudem wurde die Einwirkzeit auf fünf Minuten verlängert.

Datum: 22.10.18

Anzahl der Desinfektionstücher: 3

Reihenfolge der Desinfektion:

1. Schubladengriff (rechts, Tuch 1)
2. Rotes Winkelstück (Tuch 2)
3. Grünes Winkelstück
4. Lampengriff rechts (Tuch 3)
5. Behandlungsstuhl
6. Speibecken rechts

Fünf Minuten Einwirkzeit ab Start der Desinfektion der ersten Behandlungseinheit (Timer gestartet). Die Reihenfolge der Probenahme erfolgt analog der der Desinfektion.

In Phase 4 sind zehn Probepaare an unterschiedlichen Tagen entnommen worden.

Phase 5

Abklatsch-Untersuchungen von Dezember 2018

Tuchsystem: Orbi-Sept Wet Wipes L premium

Trotz einer Verbesserung der Ergebnisse nach dem Wechseln zu den vorgetränkten Flächendesinfektionstüchern aus der VAH-Liste, haben sich immer noch Schwachstellen bei den Winkelstücken, sowie dem Behandlungsstuhl gezeigt. Es wurden deshalb am 29.12.2018 neue Untersuchungen durchgeführt, bei welchen man für jeden Untersuchungsgegenstand jeweils ein neues Tuch verwendet hat. Bei dieser Vorgehensweise ist eine deutlichere Reduktion der Erreger feststellbar.

Datum: 29.12.18

Anzahl der Desinfektionstücher: 2

Reihenfolge der Desinfektion:

1. Grünes Winkelstück (Tuch 1)
2. Rotes Winkelstück (Tuch 2)

Fünf Minuten Einwirkzeit ab Start der Desinfektion der ersten Behandlungseinheit (Timer gestartet). Die Reihenfolge der Probenahme erfolgt analog der der Desinfektion.

In Phase 5 sind fünf Probepaare an unterschiedlichen Tagen entnommen worden.

Phase 6

Abklatsch-Untersuchungen von Februar 2019

Tuchsystem: Orbi-Sept Wet Wipes L premium

Am 01.02.2019 wurde die Vorgehensweise der Desinfektion wie folgt abgeändert: An einem Tag wird der Behandlungsstuhl fünf Mal zunächst mit einer Sprühdesinfektion (Orbisept) behandelt und anschließend mit vorgetränkten Flächendesinfektionstüchern gewischt.

Fünf Minuten Wartezeit ab Startpunkt der Desinfektion der ersten Probestelle (Timer gestartet).

In Phase 6 sind fünf Probepaare an unterschiedlichen Tagen entnommen worden.

Auswertung der Abklatschplatten:

Die Inkubation der Abklatschplatten TSA erfolgte aerob für 48 - 72 Stunden bei 37 °C. Die koloniebildenden Einheiten (KBE) pro Abklatschplatten wurden nach Inkubation ausgezählt und differenziert. Die Differenzierung erfolgte unter Anleitung erfahrener technischer Assistenten.

Bei morphologischen Unsicherheiten erfolgte eine mikroskopische Beurteilung mittels Nativpräparat. Hierzu wurden die Kolonien mit einer Impföse von der Abklatschplatte entnommen und in einer 0,9 % Trypton-NaCl resuspendiert. Ein Tropfen des Materials wurde auf einen Objektträger gegeben, mit einem Deckglas abgedeckt und mikroskopisch mittels Phasenkontrast-Aufnahme betrachtet. Im mikroskopischen Bild konnten so zum Beispiel die Form und Anordnung der Zellen sowie das Vorhandensein reifer Endosporen als hell leuchtende Körper einen wichtigen Hinweis auf die vorliegende Spezies liefern. Die Staphylokokken zeigten sich in der Koloniemorphologie porzellanartig goldgelb oder porzellanartig weiß. Von einer Differenzierung pathogener und apathogener Staphylokokken mittels eines weiterführenden Koagulasetests wurde in der vorliegenden Arbeit abgesehen.

Die Micrococcus-Spezies zeigten sich von der Koloniemorphologie matt-gelb und wiesen im Nativpräparat die Anordnung zusammenhängender Kokken auf. Die aeroben Sporenbildner wiesen eine matt-weiß bis graue, ausgefranste Koloniemorphologie auf. In den Nativpräparaten zeigten sich zum Teil Endosporen oder die typischen, sehr langen stäbchenförmigen Zellen.

Die Zuordnung der Kolonien zu den Sporenbildnern erfolgte im ersten Schritt mittels Nativpräparat. Konnte hier keine eindeutige morphologische Zuordnung im Phasenkontrast erfolgen, so wurden die Kolonien auf McConkey-Agar und Columbia-Agar überimpft.

Eine Identifizierung von Gram-negativen Bakterien konnte somit mit McConkey-Agar als auch mit Columbia-Agar für Pseudomonaden und Sporenbildner, welche beide in der Regel Oxidase-positiv sind, abgedeckt werden.

Aus diesem Grund wurde auf eine Gram-Färbung verzichtet.

Folgendem Auswerteschema wurde die festgestellte Gesamtkeimzahl der jeweiligen Gattung und Spezies unterzogen:

Auswerteschema DIN 10113-3:1997-07

1. 1 - 3 KBE = (+)
2. 4 - 10 KBE = +
3. 11 - 30 KBE = ++
4. 31 - 60 KBE = +++
5. > 60 KBE = ++++
6. Rasenwachstum = R

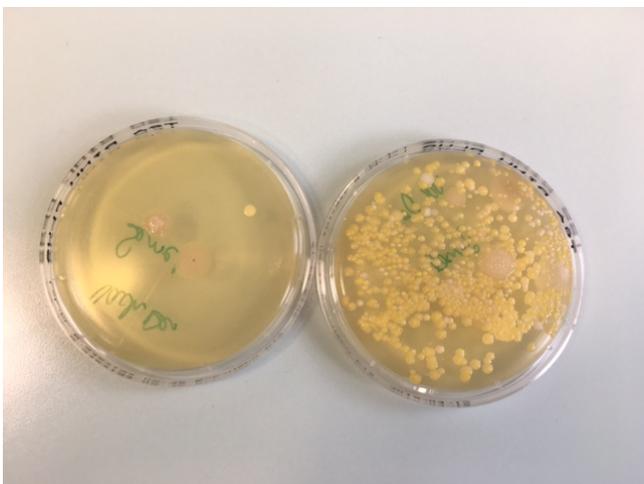


Abb. 1: Rasenwachstum der Mikrokokken Spezies (rechte Platte) vor Desinfektion und 1 KBE der Mikrokokken (linke Platte) nach Desinfektion

3. Ergebnisse

3.1 Rahmeninformationen der Ergebnisse

Um die Daten vor und nach der Flächendesinfektion zu sammeln, zu digitalisieren und zu bewerten, wurden sie zunächst im ersten Schritt in Excel-Tabellen in den jeweiligen Phasen eingepflegt. Für jede Erreger-Kategorie wurde vor und nach Desinfektion die Gesamtkeimzahl entsprechend DIN 10113-3:1997-07 bestimmt. Zudem wurde die Relevanz der festgestellten Keime mit folgender Farbkodierung unterteilt:

	hygienerrelevant
	hygienerrelevant, nach Desinfektion weniger KBE
	nicht hygienerrelevant
	nicht hygienerrelevant, nach Desinfektion weniger KBE
	keine Keime nachgewiesen

Rotes Winkelstück						
Vorher				Nachher		
Datum Probenahme	Staphylokokken	Mikrokokken	aerobe Sporenbildner	Staphylokokken	Mikrokokken	aerobe Sporenbildner
31.01.2018	++Staph.spp	neg	neg	neg	neg	neg
06.02.2018	++staph.spp	+Micrococ.spp	+++aerobe Sporenbildner	+Staph.spp	(+)Micrococ.spp	neg
14.02.2018	+++Staph.spp	(+)Micrococ.spp	neg	neg	neg	neg
16.02.2018	(+)Staph.spp	neg	+aerobe Sporenbildner	neg	neg	neg
21.02.2018	++Staph.spp	(+)Micrococ.spp	neg	neg	+Micrococ.spp	neg
26.02.2018	+++Staph.spp	neg	neg	neg	neg	neg
01.03.2018	(+)Staph.spp	neg	+++aerobe Sporenbildner	neg	neg	neg
09.04.2018	neg	neg	neg	neg	neg	neg
17.04.2018	+++Staph.spp	neg	(+)aerobe Sporenbildner	neg	neg	neg

Abb. 2: Beispielhafte Auswertung der Ergebnisse der Proben des roten Winkelstücks mit Farbkodierung

Dargestellt werden die mikrobiologischen Befunde vor und nach der Desinfektion entsprechend der unter 3.1 erläuterten Farbkodierung für Staphylokokken, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner.

Ebenfalls ist ersichtlich wie hoch die Keimzahlen vor der Desinfektion waren.

Am 06.02.2018 reduzierten sich beispielweise die Staphylokokken von 11-30 KBE vor der Desinfektion auf 4-10 KBE nach der Desinfektion.

Allerdings lag der Fokus nicht auf der Anzahl von KBE die reduziert wurden, sondern auf einer generellen Reduktion der Keime und im besten Fall kompletten Elimination der Erreger.

Die Farbkodierung beschreibt die Kontamination und Hygienerelevanz sowohl vor als auch nach der Wischdesinfektion. Beim Status nach der Wischdesinfektion wird zudem noch differenziert, ob die Erregeranzahl sich verringert hat, komplett eliminiert wurde oder ob gar keine Verringerung stattgefunden hat.

Nach Sichtung der Ergebnisse wurde beschlossen, im ersten Schritt jedes einzelne, getestete Teil der Behandlungseinheit im Detail zu betrachten. Dies ist darin begründet, dass jeder einzelne Gegenstand eine unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit aufweist, welche sich direkt und indirekt auf die Kontamination und Desinfektionsfähigkeit des Produktes auswirken kann. Im zweiten Schritt wurde die Wirksamkeit der Desinfektionen (ebenfalls in der Betrachtung „komplette Reduktion“ versus „Verringerung der Kontamination“) der jeweiligen Phasen analysiert und Schlussfolgerungen hieraus abgeleitet. Insbesondere wurde der Fokus auf die Wirkung der Desinfektion von Staphylokokken gelegt, da sie die größte hygienische Relevanz in einer zahnärztlichen Praxis haben.

3.1.1 Phase 1 – Rotes Winkelstück

Gesamtübersicht

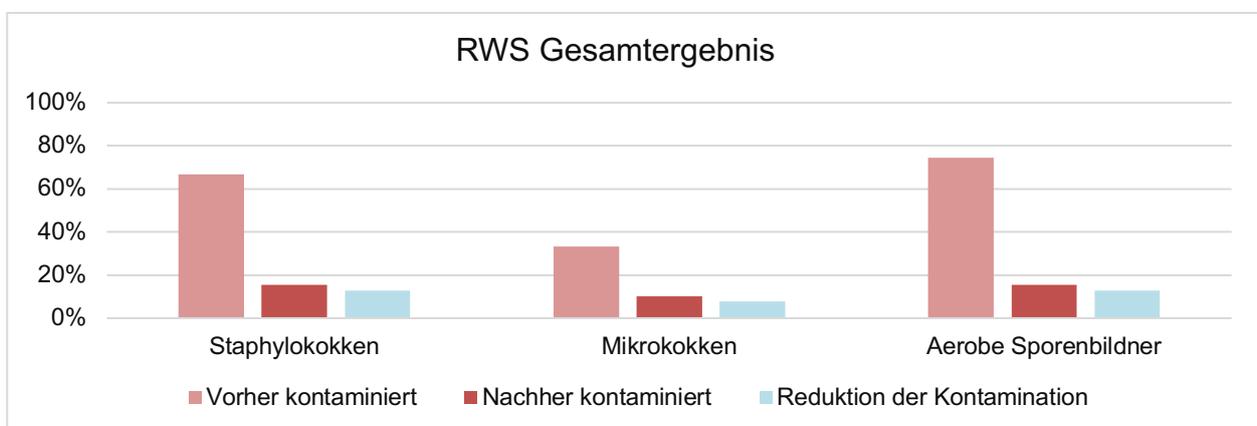


Abb. 3: Gesamtergebnis aller Beprobungen am roten Winkelstück. Dargestellt werden die Kontaminationen vor und nach der Desinfektion. Darüber hinaus die durch die

Desinfektion reduzierten Kontaminationen in % für Staphylokokken, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner.

Insgesamt funktioniert die Flächendesinfektion bei dem RWS erfolgreich.

Mit Fokus auf die Staphylokokken, ist zu sagen, dass vor der Wischdesinfektion bei 68 % der Abklatschuntersuchungen dieser Behandlungseinheit Kontaminationen vorliegen. Nach den Wischdesinfektionen ist bei 15 % der Proben keine Wirksamkeit und bei 12 % eine Reduktion der Keimbelastung festzustellen.

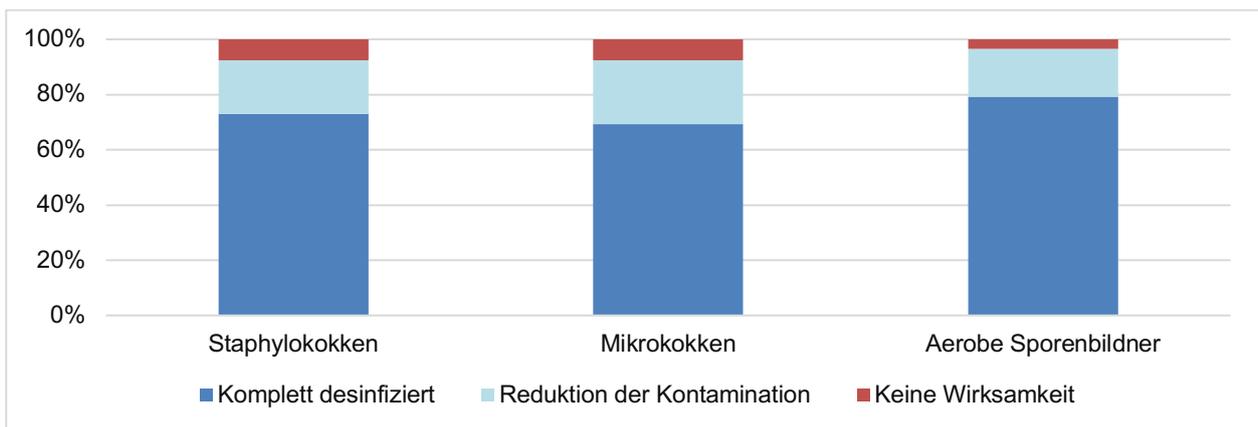


Abb. 4: Rotes Winkelstück – Gesamtergebnis der Wirksamkeit der Desinfektion in %, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Wirksamkeit der Desinfektion

Die Abbildung 4 beschreibt die Wirksamkeit der Wischdesinfektionen bei den vorher kontaminierten Proben.

Nach Desinfektion ist bei über 90 % der Beprobungen eine Reduktion der Staphylokokken feststellbar, wobei hier bei über 70 % eine komplette Reduktion der Keime nach Desinfektion erfolgt ist.

Betrachtung der einzelnen Phasen:

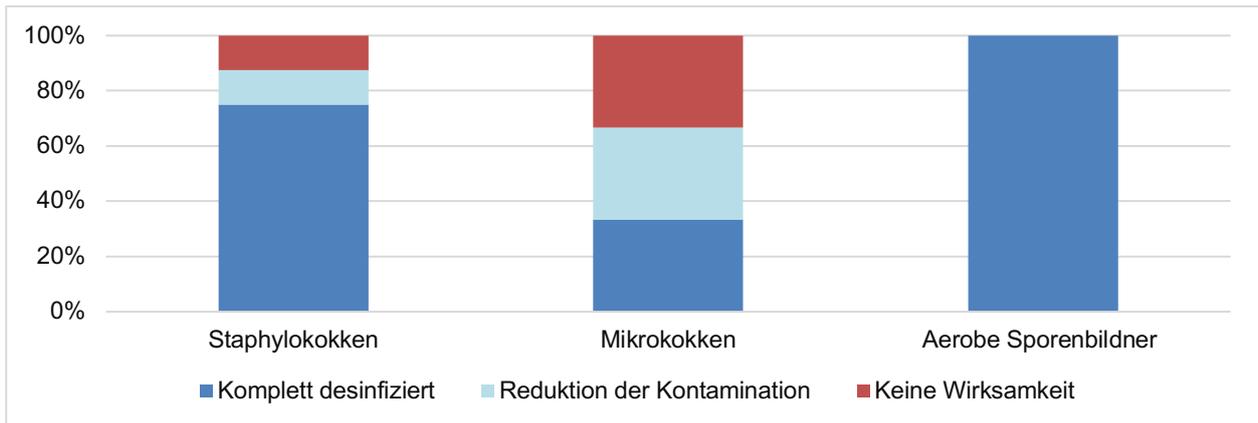


Abb. 5: Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion in % in Phase 1, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 1: Januar – März 2018

In Phase 1 ist zwar bei den Staphylokokken bei 13 % keine Wirksamkeit der Desinfektion festzustellen, jedoch ist bei knapp 87 % nach Wischdesinfektion eine Reduktion der Erreger zu beobachten.

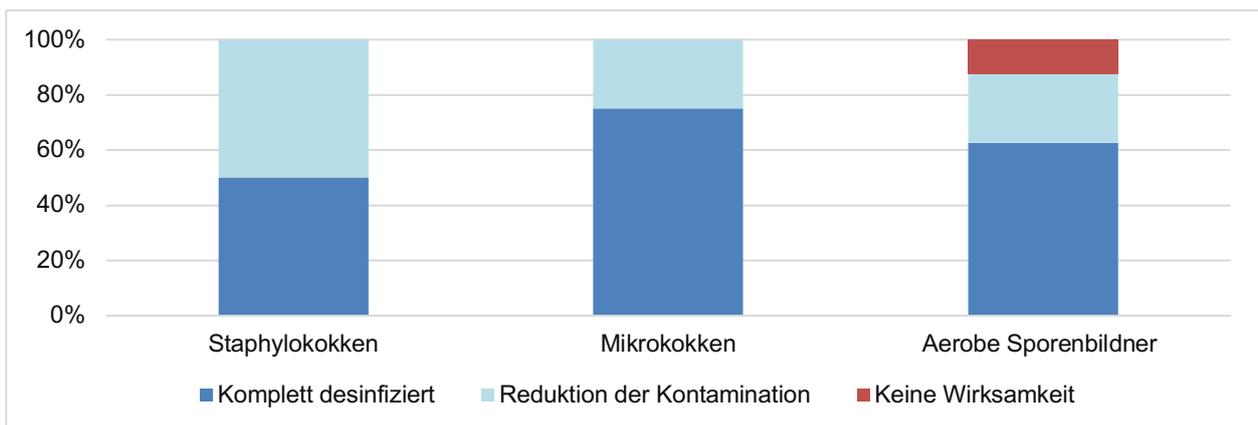


Abb. 6: Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion in % in Phase 2, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 2: Mai – Juni 2018

In Phase 2 wurden genau 50 % der vorher mit Staphylokokken kontaminierten Flächen komplett desinfiziert, und bei den verbleibenden 50 % ist zu sehen, dass hier immerhin

eine Verringerung der Keime zu beobachten war. Das bedeutet, dass eine Wirksamkeit der Wischdesinfektion bei allen Proben vorhanden war.

Dies ist ebenfalls bei Mikrokokken der Fall. Nur bei aeroben Sporenbildnern zeigte die Wischdesinfektion bei 10 % aller kontaminierten Proben keine Wirksamkeit.

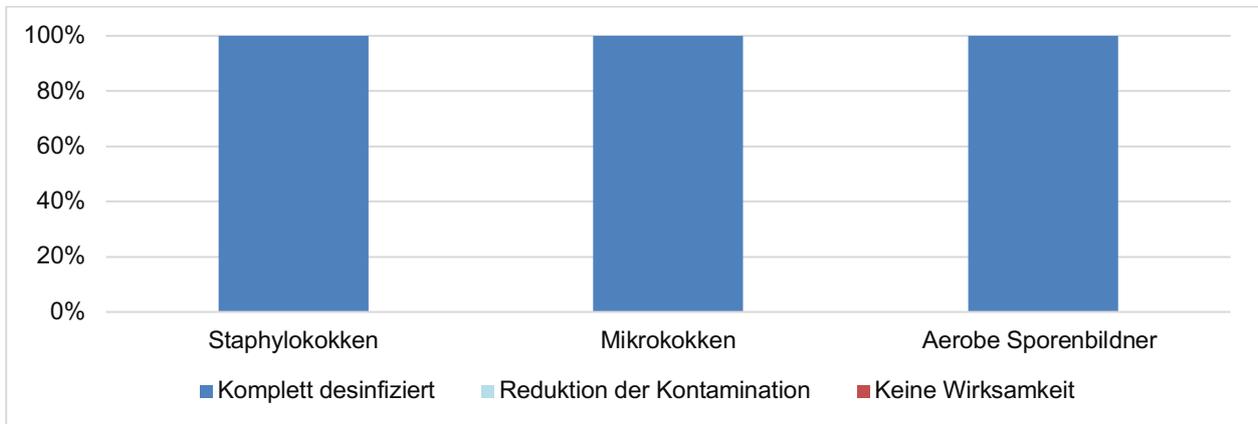


Abb. 7: Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion in % in Phase 3, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 3: August 2018

Abbildung 7 verdeutlicht, dass die Wischdesinfektion bei allen Proben, die vorher kontaminiert waren, zu 100 % gewirkt hat.

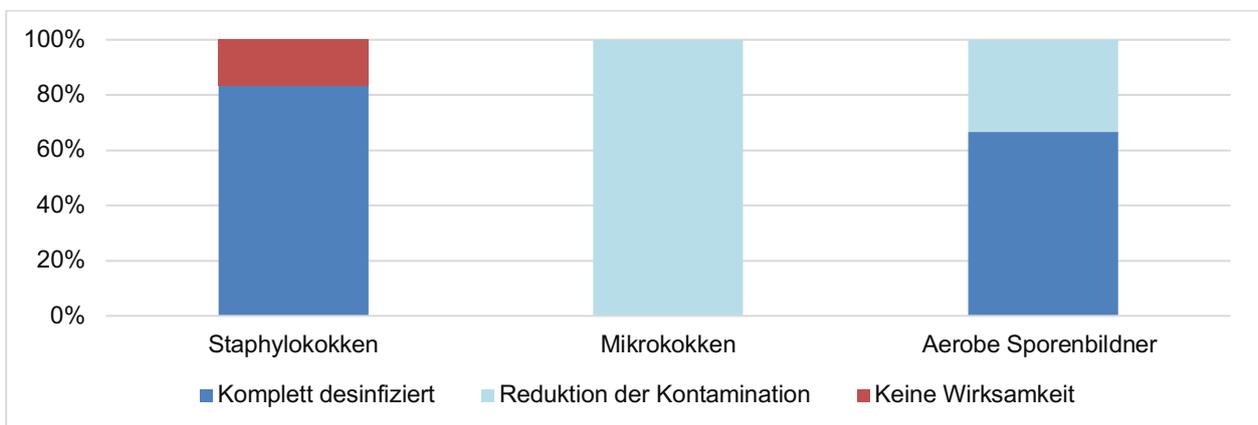


Abb. 8: Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion in % in Phase 4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 4: Oktober – November 2018

Bei insgesamt circa 17 % der Staphylokokken hatte die Desinfektion keine Wirkung. Bei circa 83 % der Untersuchungen ist eine komplette Reduktion der Staphylokokken nach der Desinfektion feststellbar.

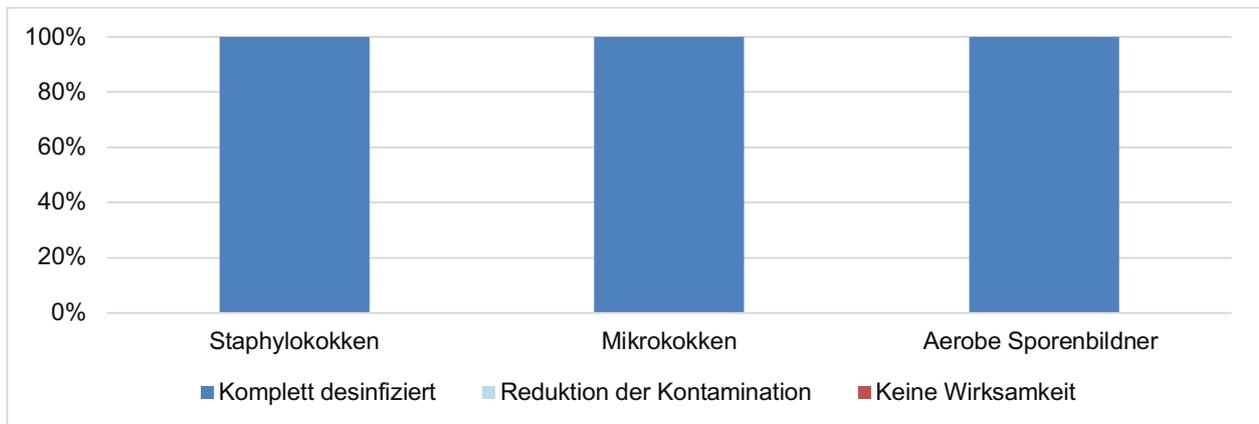


Abb. 9: Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion in % in Phase 5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 5: Dezember 2018

Die 100 %ige Wirksamkeit der Desinfektion wird für alle Keime dargestellt, bei welcher man jedes Mal ein frisches Wischdesinfektionstuch verwendet.

Tab. 4: Staphylokokken (RWS) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

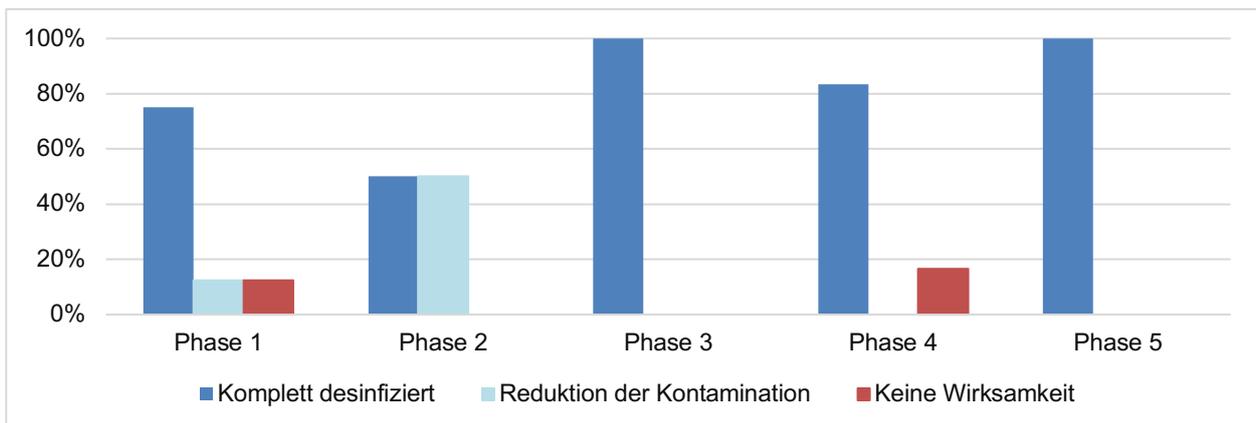
	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontamination	Keine Wirksamkeit
Phase 1	75 %	13 %	13 %
Phase 2	50 %	50 %	Nicht Vorhanden
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	83 %	Nicht Vorhanden	17 %
Phase 5	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab.5: Mikrokokken (RWS) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontamination	Keine Wirksamkeit
Phase 1	33 %	33 %	33 %
Phase 2	75 %	25 %	Nicht Vorhanden
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 5	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 6: Aerobe Sporenbildner (RWS) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontamination	Keine Wirksamkeit
Phase 1	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 2	63 %	25 %	13 %
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	67 %	33 %	Nicht Vorhanden
Phase 5	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

**Abb. 10:** Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Staphylokokken in % in Phase 1-5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-5

Hier ist deutlich zu sehen, dass in den Phasen 3 und 5 mit 100 % eine totale Eliminierung der Staphylokokken erreicht worden ist. In diesen beiden Phasen wurden frische, neue Tücher verwendet.

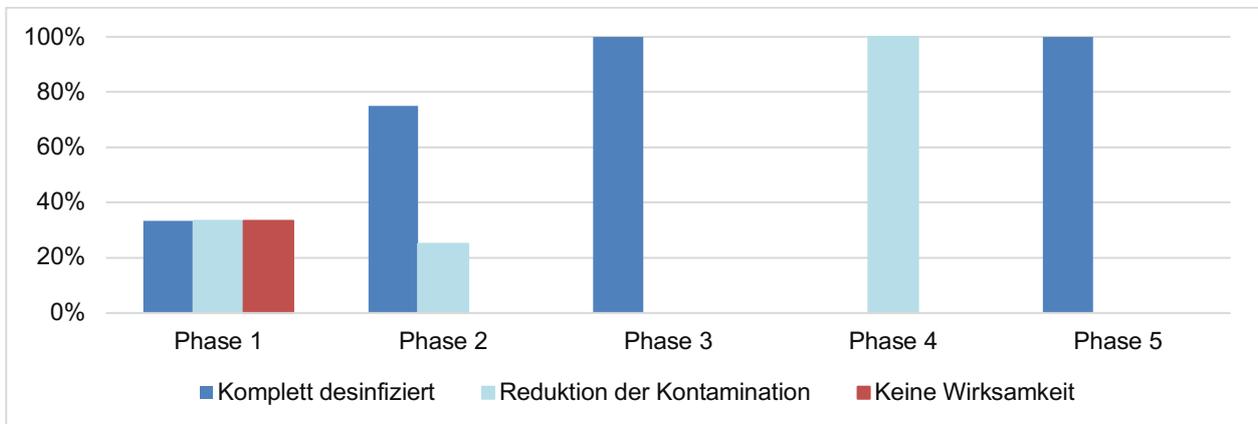


Abb. 11: Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Mikrokokken in % in Phase 1-5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-5

Das gleiche Ergebnis ist bei den Mikrokokken zu erkennen.

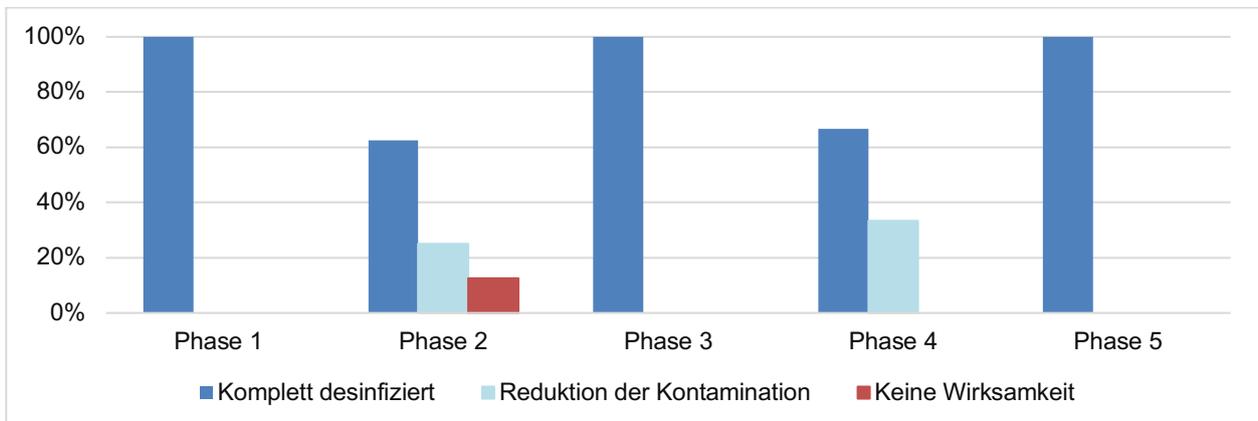


Abb. 12: Rotes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von aeroben Sporenbildern in % in Phase 1-5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-5

Das gleiche Ergebnis ist bei den aeroben Sporenbildnern zu erkennen.

3.1.2 Grünes Winkelstück

Gesamtübersicht

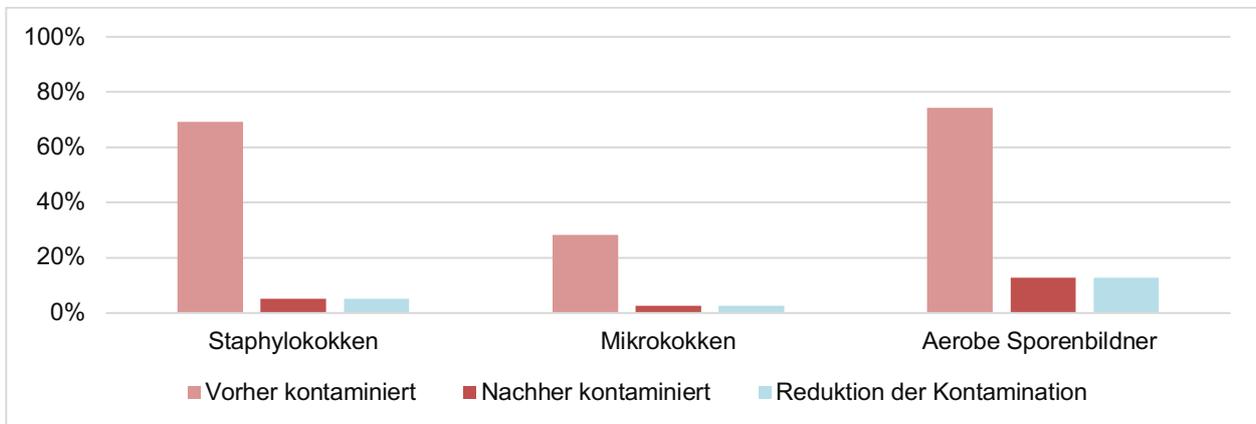


Abb. 13: Gesamtergebnis aller Beprobungen am grünen Winkelstück. Dargestellt wird der Anteil in %, die vor der Desinfektion kontaminiert waren, nach der Desinfektion noch kontaminiert waren oder bei denen eine Reduktion der Kontamination beobachtet wurde. Die Kontaminationen wurden für Staphylokokken, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner erfasst.

Auch beim grünen Winkelstück verläuft die Oberflächendesinfektion erfolgreich. Bei sämtlichen Proben, welche nach der Wischdesinfektion noch kontaminiert waren, wurde die Erregermenge verringert.

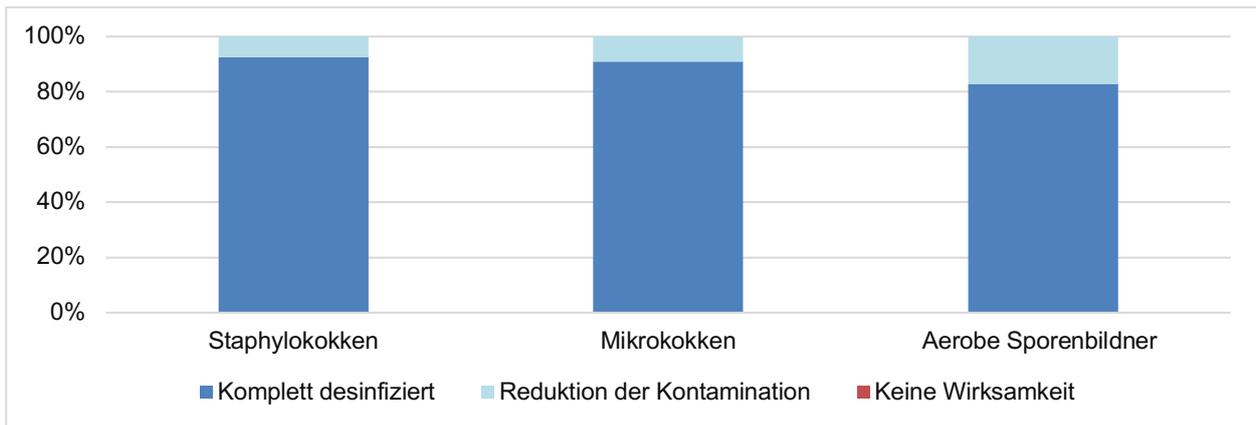


Abb. 14: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % über alle Phasen, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Wirksamkeit der Desinfektion

Hier sieht man deutlich, dass bei den Staphylokokken mit über 90 % eine komplette Reduktion erfolgt ist. Bei 8 % der Untersuchungen konnte nach der Desinfektion eine Reduzierung der Mikroorganismen nachgewiesen werden. Es gab bei keiner Probe eine Unwirksamkeit der Desinfektion, die Wischdesinfektion war bei allen Proben wirksam.

Betrachtung der einzelnen Phasen:

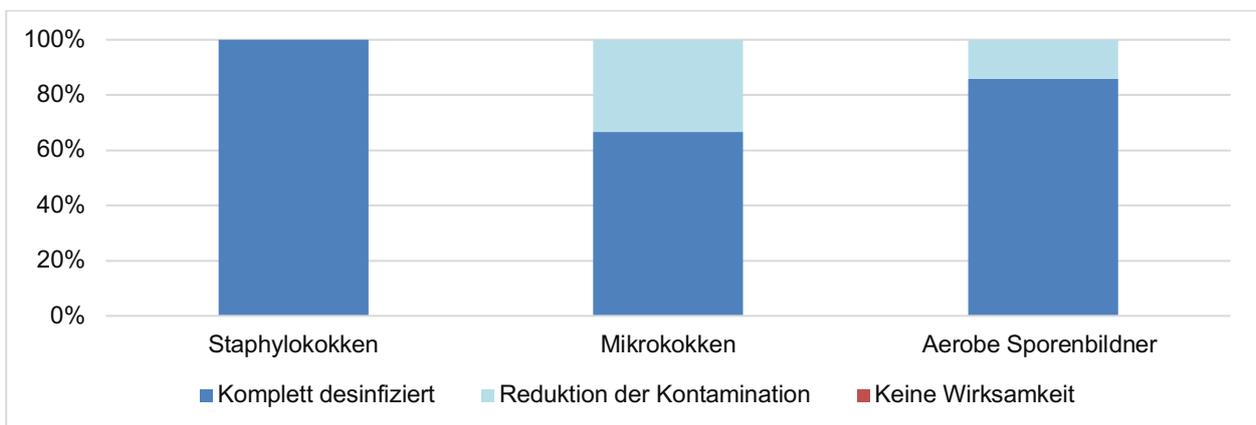


Abb. 15: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in Phase 1, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 1: Januar – März 2018

Bei den Staphylokokken konnte eine komplette Desinfektion und bei den beiden anderen Gattungen eine Reduktion der Keime nachgewiesen werden.

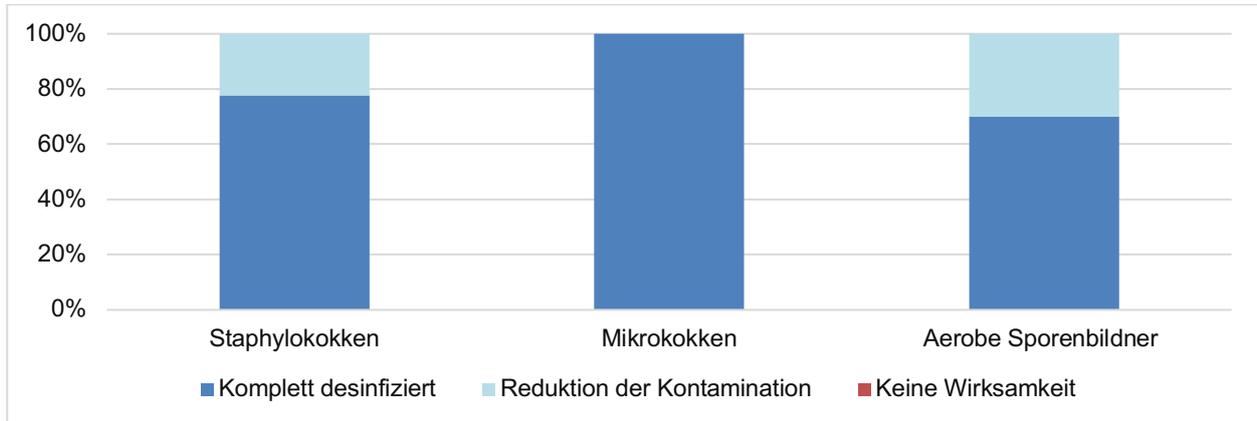


Abb. 16: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in Phase 2, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 2: Mai – Juni 2018

Erneut konnte bei allen kontaminierten Proben entweder eine komplette Desinfektion oder eine Reduktion der Erregermengen nachgewiesen werden. Eine Unwirksamkeit der Desinfektion war nicht vorhanden. Die Wischdesinfektion war bei allen Proben wirksam, auch wenn nicht alle Erreger komplett eliminiert wurden.

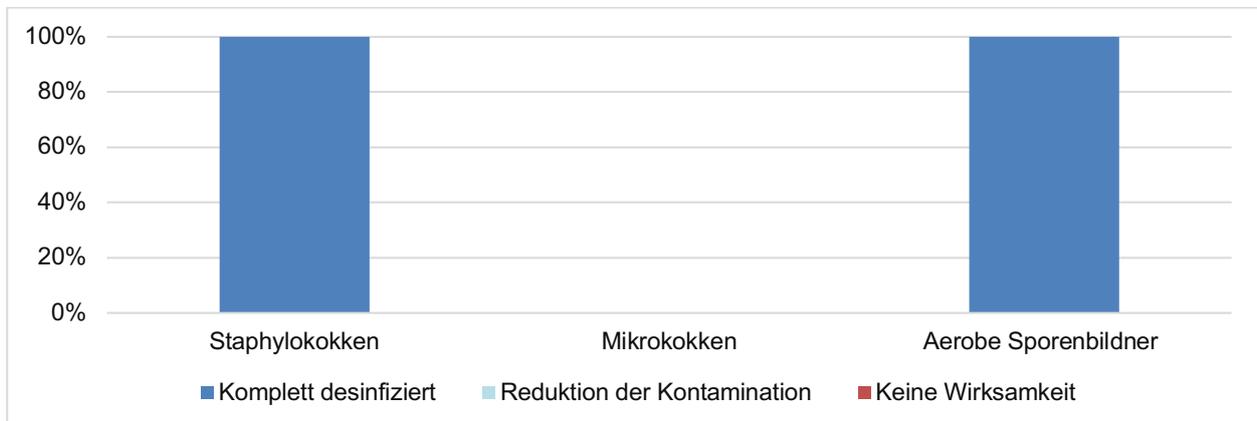


Abb. 17: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in Phase 3, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 3: August 2018

Abbildung 17 macht sichtbar, dass die Wischdesinfektionen bei allen kontaminierten Proben sämtliche Erreger vollständig eliminiert haben.

Jedoch ist anzumerken, dass vor der Desinfektion keine Mikrokokken vorhanden waren.

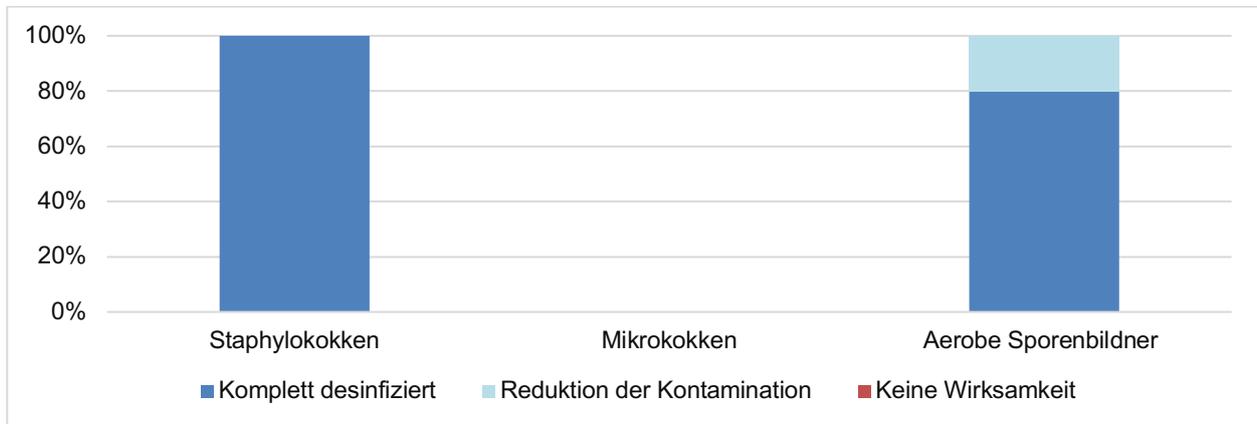


Abb. 18: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in Phase 4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 4: Oktober - November 2018

Mit den Desinfektionstüchern aus der VAH-Liste ist ein hundertprozentiger Desinfektionserfolg erkennbar. Jedoch ist anzumerken, dass vor der Desinfektion keine Mikrokokken vorhanden waren.

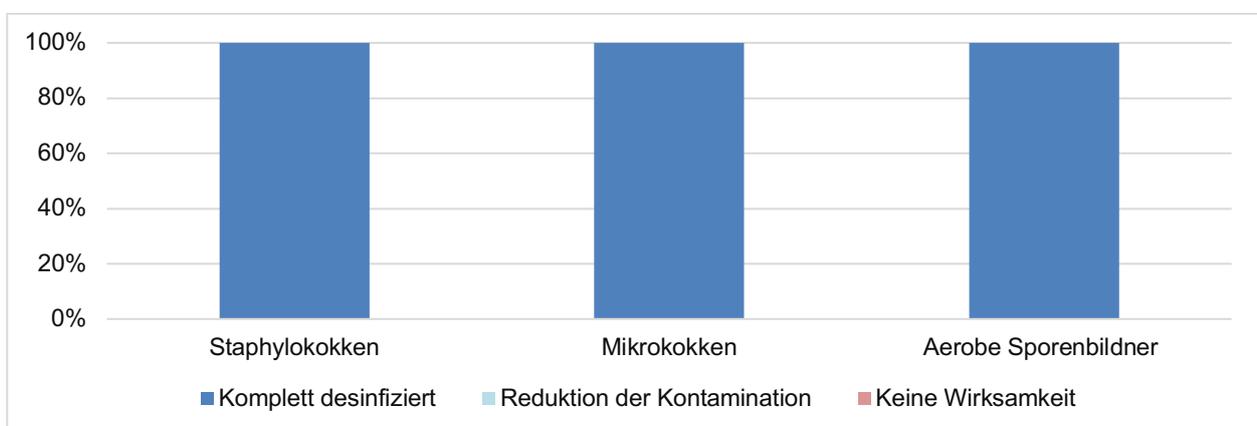


Abb. 19: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in Phase 5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 5: Dezember 2018

100 %ige Wirksamkeit bei allen Erregern vorhanden.

Tab. 7: Staphylokokken (GWS) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 2	78 %	22 %	Nicht Vorhanden
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 5	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 8: Mikrokokken (GWS) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	67 %	33 %	Nicht Vorhanden
Phase 2	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 3	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 5	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 9: Aerobe Sporenbildner (GWS) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	86 %	14 %	Nicht Vorhanden
Phase 2	70 %	30 %	Nicht Vorhanden
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	80 %	20 %	Nicht Vorhanden
Phase 5	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

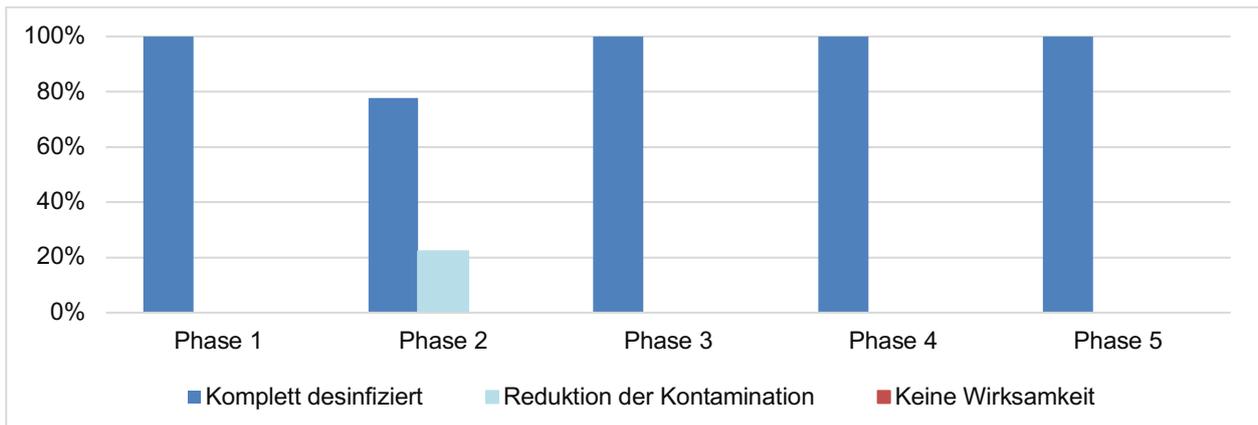


Abb. 20: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Staphylokokken in % über die Phasen 1-5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-5

Beim grünen Winkelstück wurden die Oberflächen in fast allen Phasen zu 100 % dekontaminiert. Wie bereits erläutert, geht aus den Protokollen hervor, dass in den Phasen 1 bis 3 das grüne Winkelstück meistens als erste Behandlungseinheit mit einem frischen, nassen Tuch desinfiziert wurde. Daraus kann man schließen, dass dieses Vorgehen den Desinfektionserfolg ausmacht.

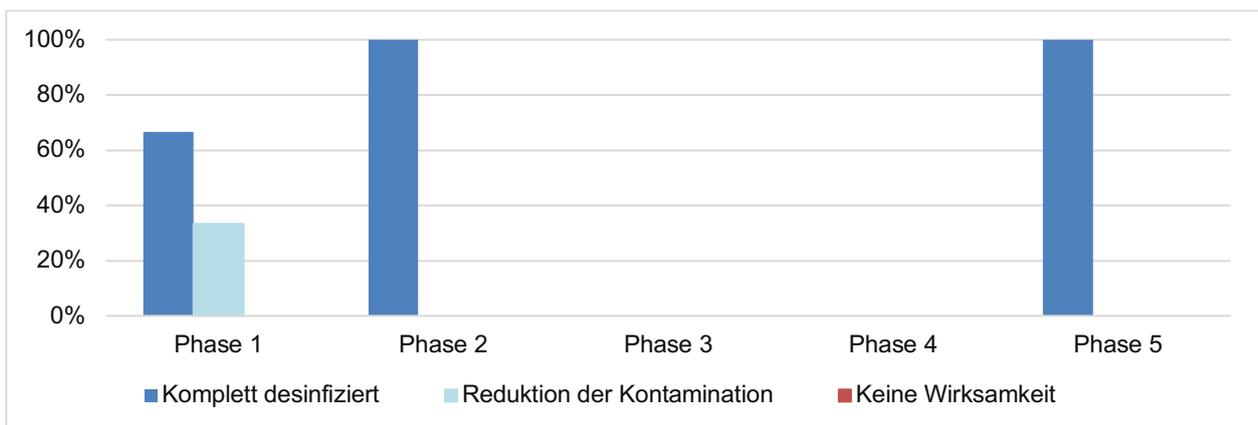


Abb. 21: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Mikrokokken in % über die Phasen 1-5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-5

In allen Phasen war die Wischdesinfektion immer wirksam gegen Mikrokokken und hat immer die Anzahl der KBE der Erreger entweder komplett eliminiert oder reduziert. In den Phasen 3 und 4 waren bei den Proben vor der Desinfektion bereits keinerlei Mikrokokken vorhanden.

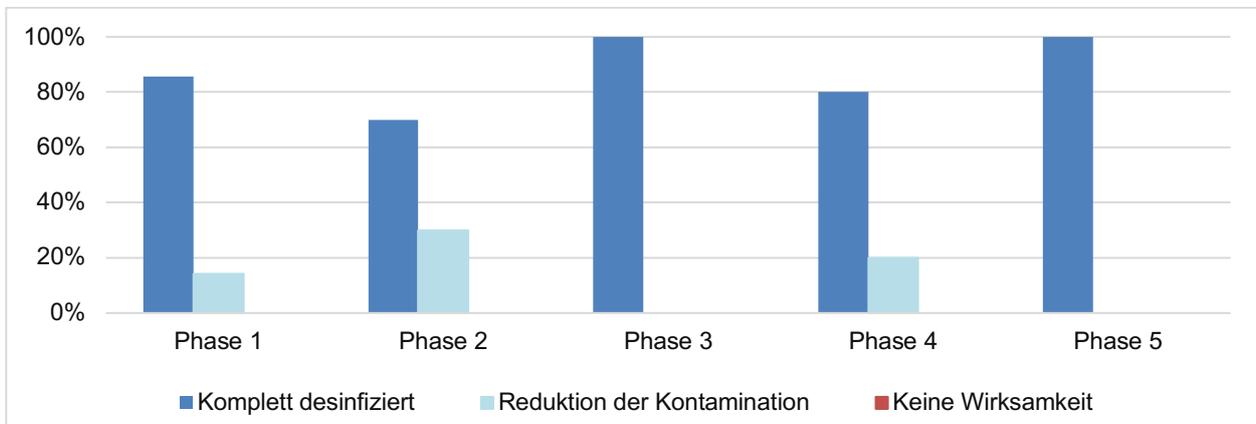


Abb. 22: Grünes Winkelstück – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von aeroben Sporenbildern in % über die Phasen 1-5, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-5

In allen Phasen war die Wischdesinfektion durchweg wirksam gegen aerobe Sporenbildner und hat immer die Anzahl der KBE der Erreger entweder komplett eliminiert oder reduziert.

3.1.3 Lampengriff

Gesamtübersicht

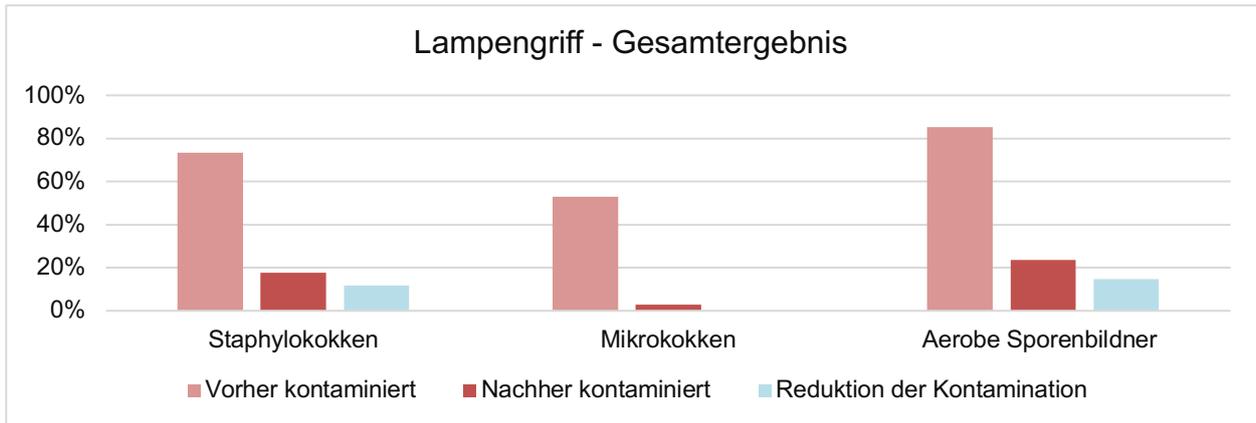


Abb. 23: Gesamtergebnis aller Beprobungen am Lampengriff. Dargestellt werden die Kontaminationen vor und nach der Desinfektion und die durch die Desinfektion reduzierten Kontaminationen in Prozent für Staphylokokken, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner.

Auch beim Lampengriff ist die Desinfektion insgesamt wirksam. Es gibt jedoch immer einen kleinen prozentualen Anteil der Proben, bei welchen die Wischdesinfektionen keine ausreichende Wirkung gezeigt hat. In den weiteren Analysen der einzelnen Phasen wird deutlich, welche Umstände beziehungsweise bei welchen Vorgehensweisen die Wirksamkeit beeinflusst wurde.

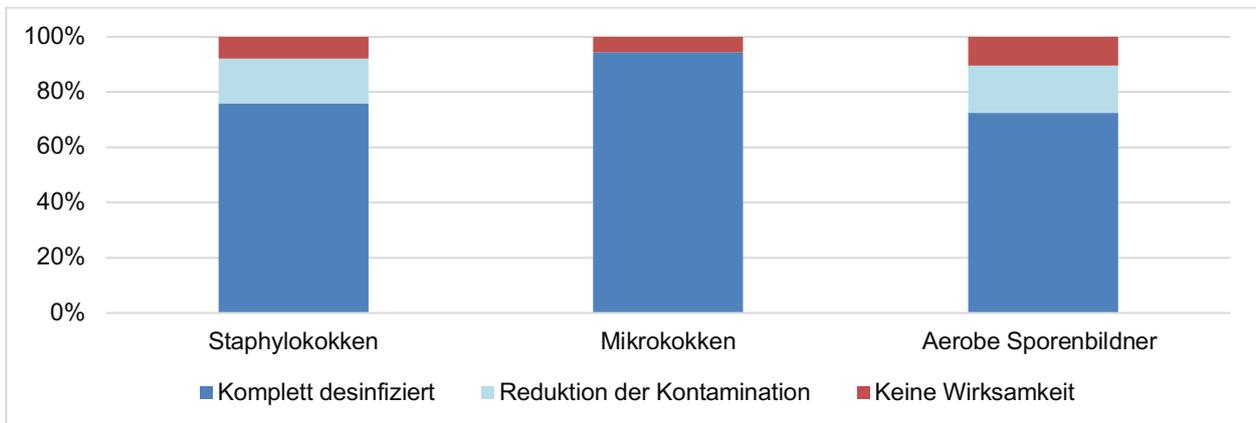


Abb. 24: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % über alle Phasen, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Wirksamkeit der Desinfektion

Mit Blick auf die Staphylokokken kann man feststellen, dass die Desinfektion bei 8 % der Untersuchungen keine Wirksamkeit zeigt. Bei über 75 % konnte eine komplette Eliminierung und bei 16 % eine Reduktion der Kontamination erreicht werden.

Betrachtung der einzelnen Phasen:

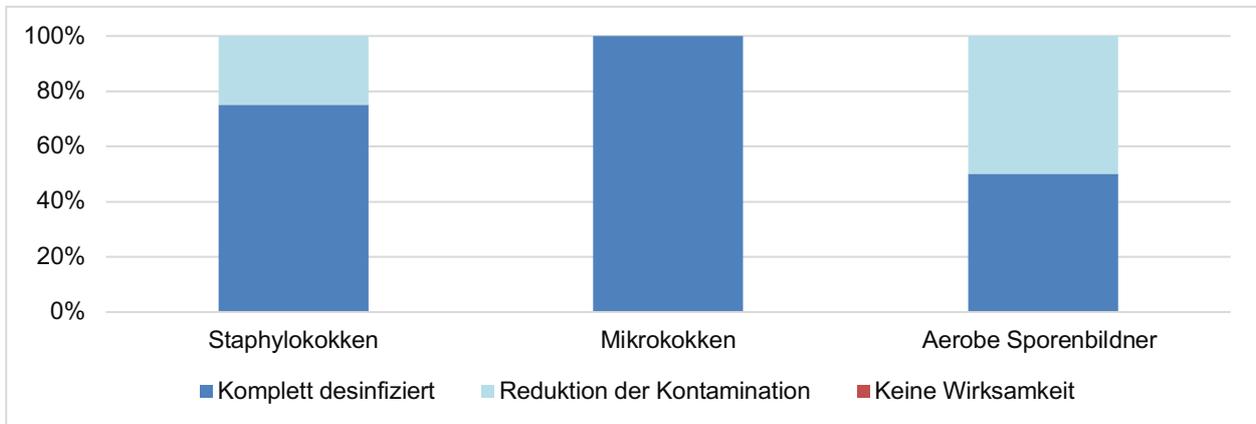


Abb. 25: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 1, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 1: Januar – März 2018

Bei allen Erregern zeigt die Wischdesinfektion eine Wirksamkeit, auch wenn weiterhin eine Kontamination besteht, so weisen diese jedoch immer eine Reduktion der KBE der Keime auf.

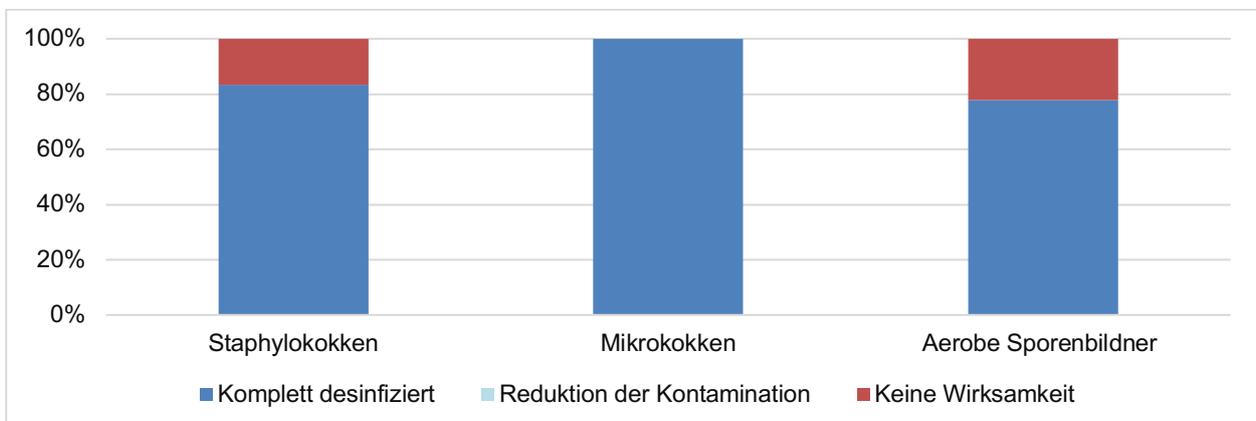


Abb. 26: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 2, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 2: Mai – Juni 2018

Die Wischdesinfektionen weisen bei 18 % der Proben für Staphylokokken keine Wirksamkeit auf.

Trotzdem wurde bei allen drei Keimgattungen bei mindestens 75 % aller Proben nach Wischdesinfektionen eine komplette Eliminierung der KBE gemessen.

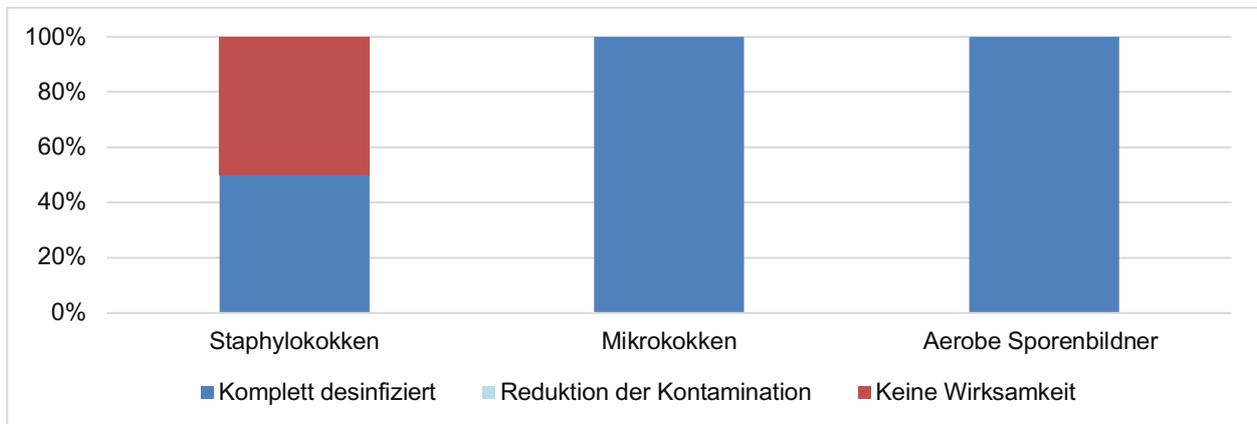


Abb. 27: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 3, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 3: August 2018

In Phase 3 wurde festgestellt, dass insgesamt mehrere Desinfektionstücher benutzt werden sollten, jedoch geht aus den Protokollen hervor, dass der Lampengriff hier oftmals nicht mit einem frischen Tuch behandelt wurde. Somit konnte bei 50 % der Proben keine Wirksamkeit der Wischdesinfektion bei Staphylokokken festgestellt werden, also keinerlei Verringerungen der Erregermengen. Bei den beiden anderen Erregern finden sich jedoch zu 100 % erfolgreiche Desinfektionen.

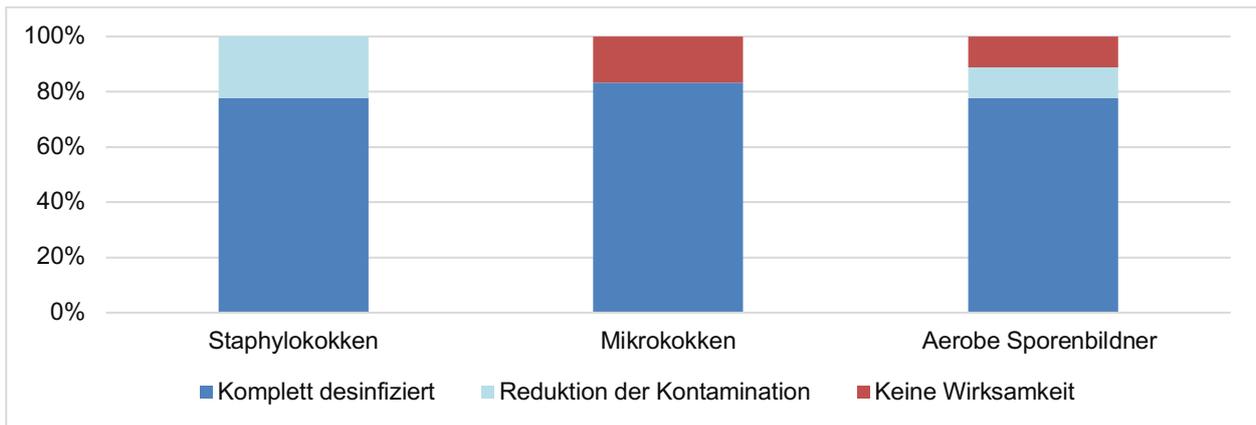


Abb. 28: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 4: Oktober - November 2018

In Phase 4 wurden die bisherigen Desinfektionstücher gegen Tücher aus der VAH-zertifizierten Liste ausgetauscht. Hier sieht man bei den Staphylokokken, dass, wenn auch keine hundertprozentige Desinfektion messbar war, immer zumindest eine Reduktion der Erregermenge stattgefunden hat. Bei 78 % wurde eine totale Reduktion und bei 22 % eine Verringerung der Keimzahl erzielt.

Tab. 10: Staphylokokken (Lampengriff) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	75 %	25 %	Nicht Vorhanden
Phase 2	83 %	Nicht Vorhanden	17 %
Phase 3	50 %	Nicht Vorhanden	50 %
Phase 4	78 %	22 %	Nicht Vorhanden

Tab. 11: Mikrokokken (Lampengriff) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 2	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 12: Aerobe Sporenbildner (Lampengriff) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	50 %	50 %	Nicht Vorhanden
Phase 2	78 %	Nicht Vorhanden	22 %
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	78 %	11 %	11 %

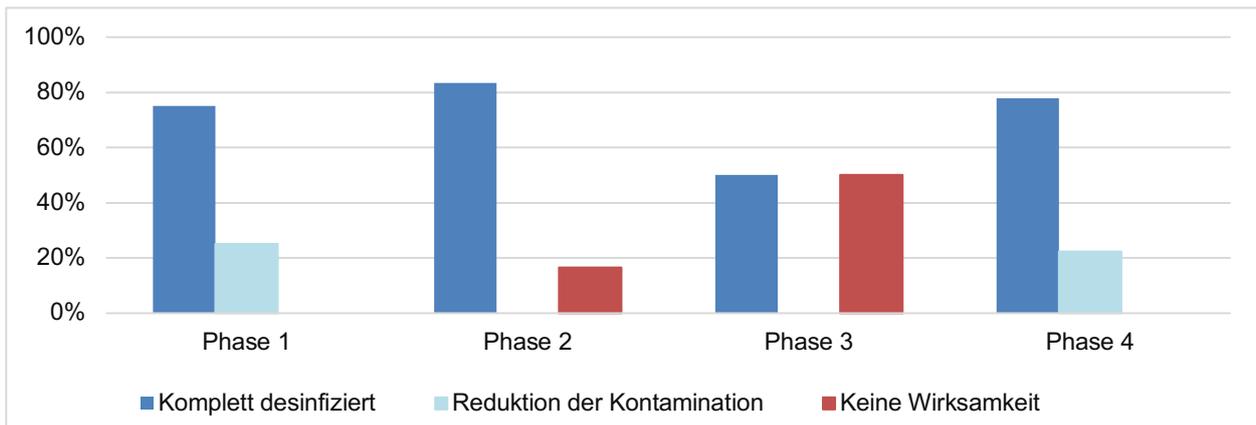


Abb. 29: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Staphylokokken in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-4

In einer Gesamtbetrachtung der Desinfektion des Lampengriffs haben sich die Werte von Phase 1 bis Phase 4 nicht deutlich verbessert. Die höchsten Werte für eine komplette Desinfektion wurden in Phase 2 erzielt.

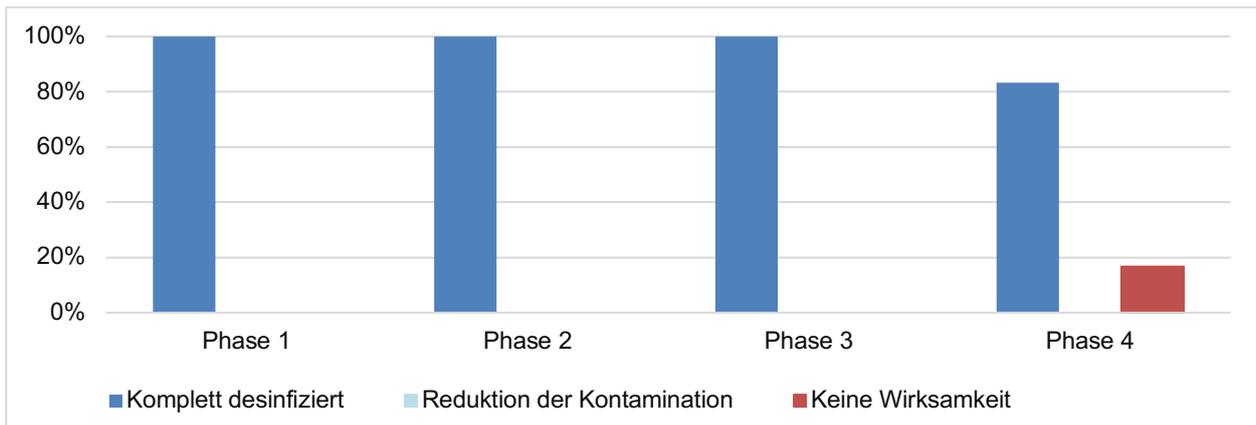


Abb. 30: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Mikrokokken in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-4

Desinfektion zu 100 % wirksam in Phase 1-3.

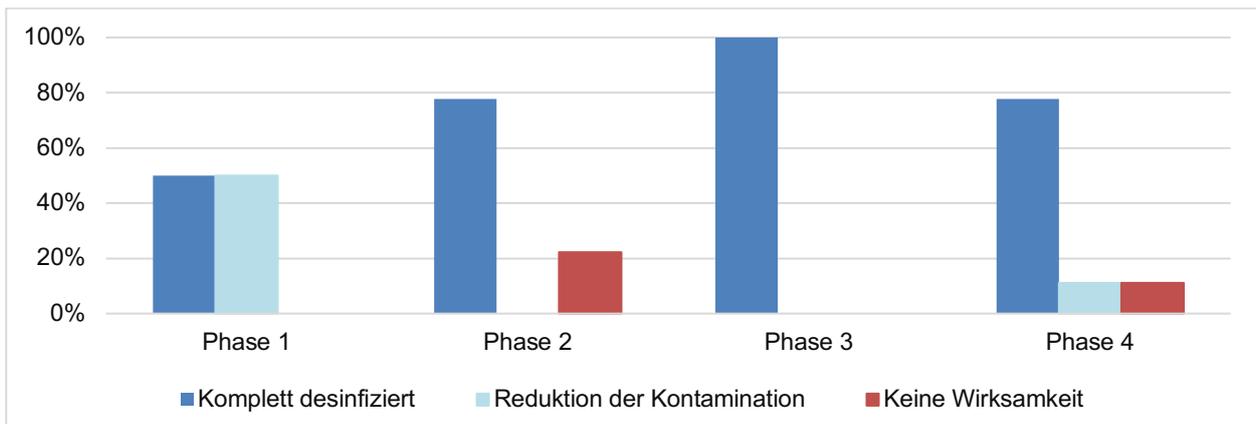


Abb. 31: Lampengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von aeroben Sporenbildnern in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-4

Die größte Wirksamkeit der Desinfektion war in Phase 3 vorhanden.

3.1.4 Behandlungsstuhl

Gesamtübersicht

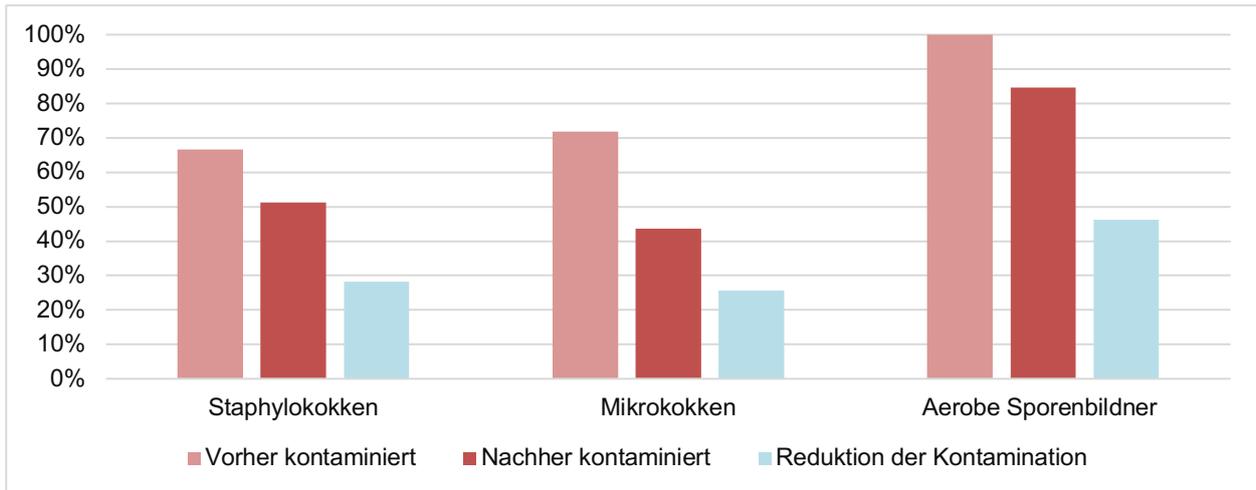


Abb. 32: Gesamtergebnis aller Beprobungen am Behandlungsstuhl. Dargestellt werden die Kontaminationen vor und nach der Desinfektion und die durch die Desinfektion reduzierten Kontaminationen in Prozent für Staphylokokken, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner

Es hat sich als eine Herausforderung dargestellt, den Sessel erfolgreich zu desinfizieren. Trotz der Wirksamkeit der Wischdesinfektionen war die Kontamination nach der Oberflächenbehandlung im Vergleich zu den anderen Probenahmestellen hoch. Ein Grund dafür kann die strukturierte und gepolsterte Oberflächenbeschaffenheit sein. Die Oberfläche ist nicht glatt und ist von griffiger Beschaffenheit.

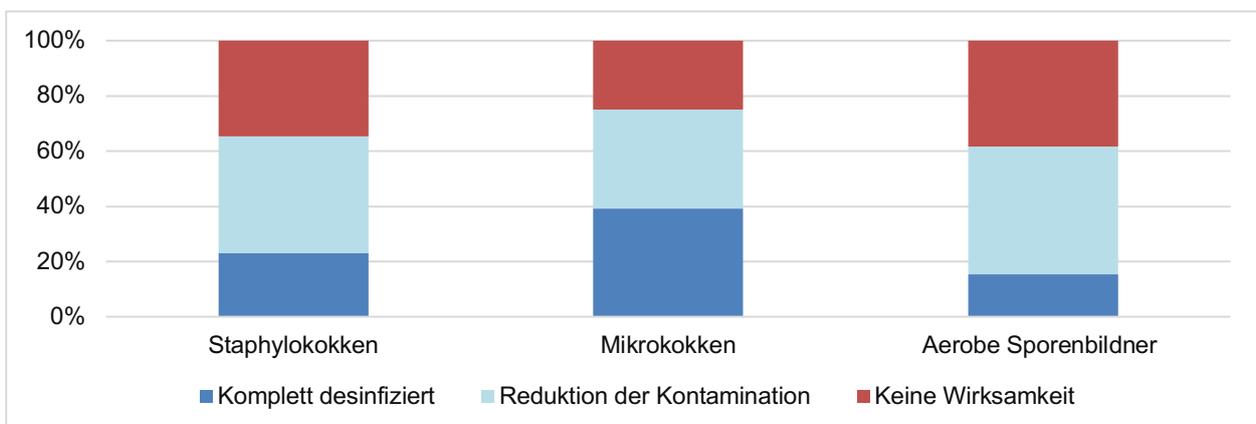


Abb. 33: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % über alle Phasen, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Wirksamkeit der Desinfektion

Bei über 30 % der mit Staphylokokken kontaminierten Proben konnte keinerlei desinfizierende Wirkung festgestellt werden. So hohe Werte wurden bei keiner anderen Probenahmestelle festgestellt.

In den weiteren Diagrammen sehen wir, in welcher Phase die Desinfektion am erfolgreichsten war.

Betrachtung der einzelnen Phasen:

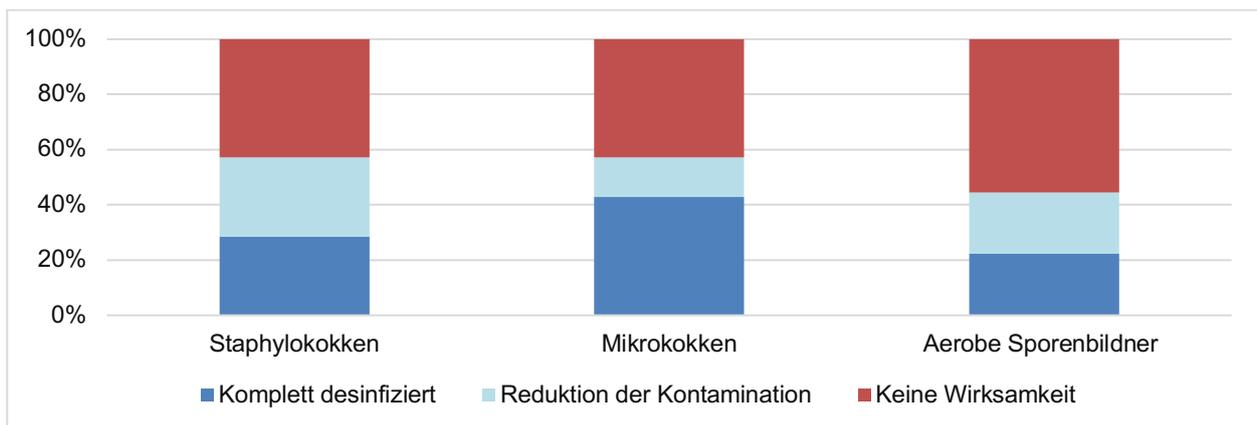


Abb. 34: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 1, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 1: Januar – März 2018

In der ersten Phase war die Wirksamkeit bei knapp 60 % und mit nur 30 % hat man eine komplette Reduktion der Staphylokokken erreicht.

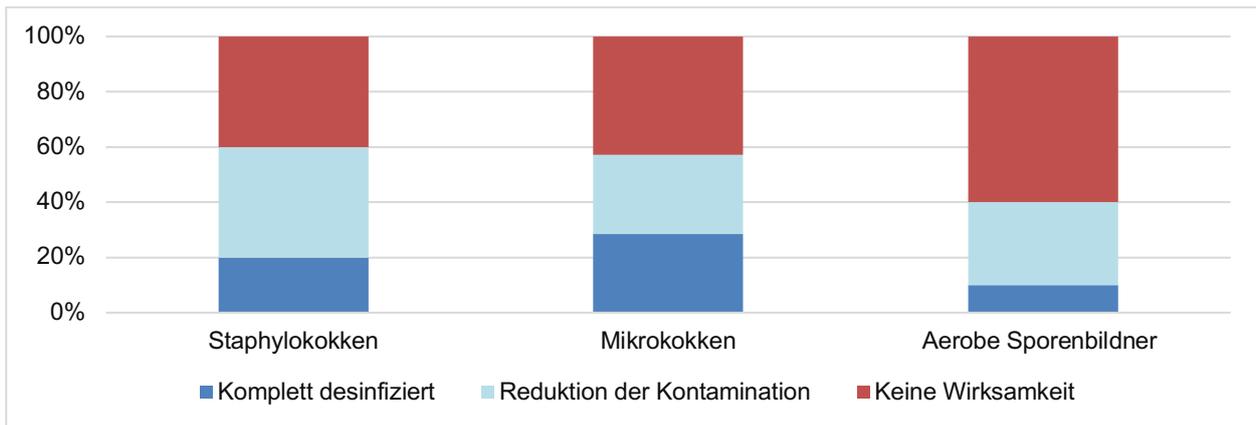


Abb. 35: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 2, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 2: Mai – Juni 2018

Die Messwerte ähneln den Ergebnissen von Phase 1.

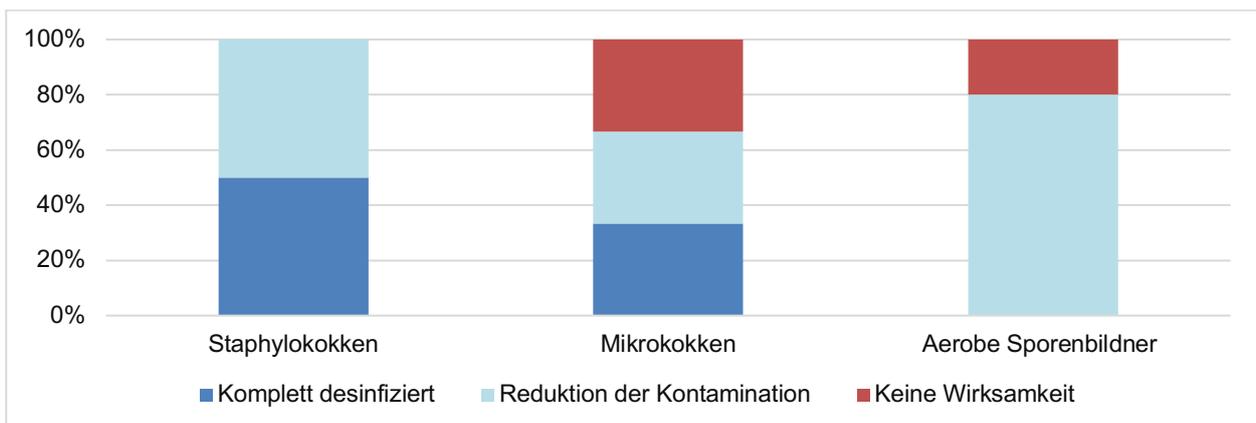


Abb. 36: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 3, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 3: August 2018

Bei Phase 3, in welcher mehrmals frische Tücher zur Wischdesinfektion verwendet wurden, ist bei den Staphylokokken immerhin in jeder Untersuchung eine desinfizierende Wirkung festzustellen.

Phase 3 zeigt bei circa 50 %, also der Hälfte der Untersuchungen eine vollständige Reduktion der Staphylokokken nach Desinfektion. Bei den restlichen 50 % war immerhin eine Reduktion der KBE der Erreger sichtbar.

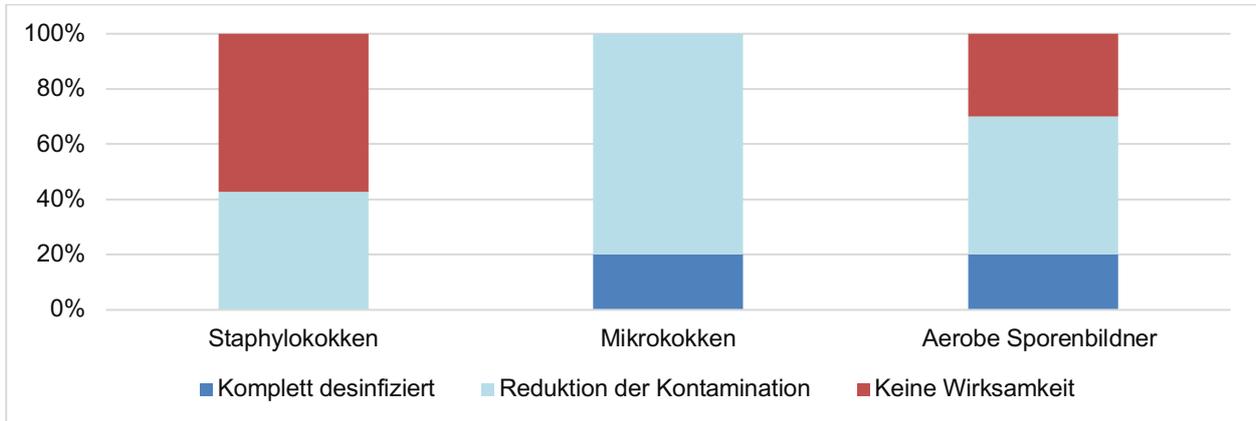


Abb. 37: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 4: Oktober - November 2018

Phase 4 mit den in der VAH-Liste zertifizierten, alkoholischen Desinfektionstüchern zeigt keine deutliche Verbesserung.

Wie bereits erwähnt, ist diese Problematik möglicherweise in der Materialbeschaffenheit des Behandlungsstuhls begründet.

In dieser Phase konnte bei den Staphylokokken in keiner der Untersuchungen eine komplette Reduktion der Keime nach Desinfektion erreicht werden. Bei den aeroben Sporenbildnern ist ein ähnlich schwaches Ergebnis nach den Wischdesinfektionen sichtbar. Man kann aus diesen Ergebnissen schlussfolgern, dass diese spezifischen Desinfektionstücher für den Behandlungsstuhl im Vergleich zu den vorherigen Untersuchungen der anderen Behandlungseinheiten am wenigsten gut geeignet sind.

Phase 5: Dezember 2018

Bei dem Behandlungsstuhl gab es keine Phase 5, da wir aus logistischen Gründen auf das Sprühdesinfektionsmittel warten mussten, dies hat deswegen als einzige Probenahmestelle in meinen Untersuchungen eine Phase 6 statt 5.

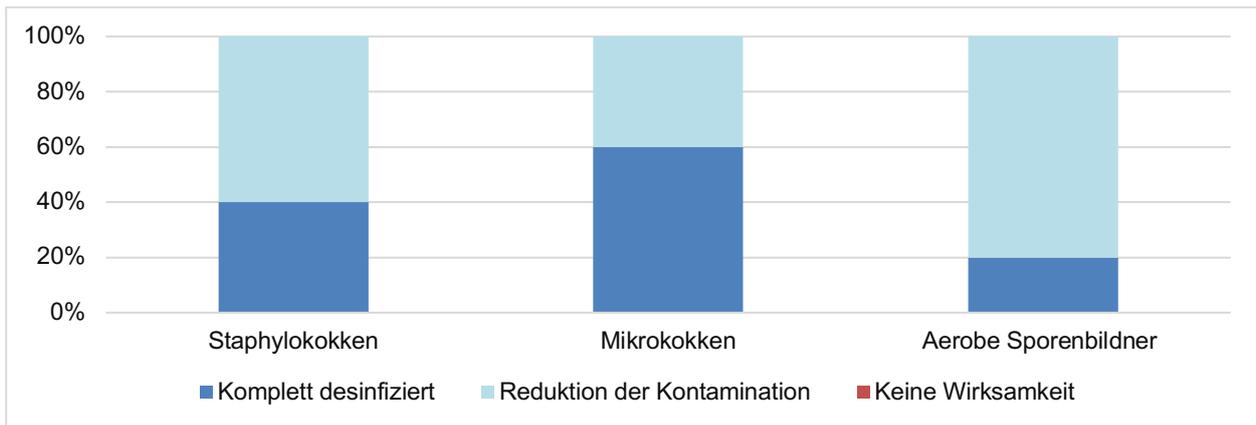


Abb. 38: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 6, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 6: Februar 2019

In dieser letzten Phase wurde der Behandlungsstuhl vorab mit einer Sprühdesinfektion behandelt und darauffolgend eine Wischdesinfektion vorgenommen. Sowohl das Spray als auch die Tücher waren von Orbisept, beide Produkte sind in der VAH-Liste aufgeführt. Dies wurde in der Hoffnung durchgeführt, auf diese Weise Krypten und Strukturen in der Polsterung besser zu erreichen. Auch wenn die komplette Reduktion nicht so erfolgreich ist, wie bei den anderen Probenahmestellen, so ist das Ergebnis im Vergleich zu den vorherigen Phasen insoweit besser, als dass bei allen Untersuchungen eine Reduktion der Erregermengen messbar ist.

Hier war bei allen kontaminierten Proben eine desinfizierende Wirkung sichtbar.

Tab. 13: Staphylokokken (Behandlungsstuhl) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

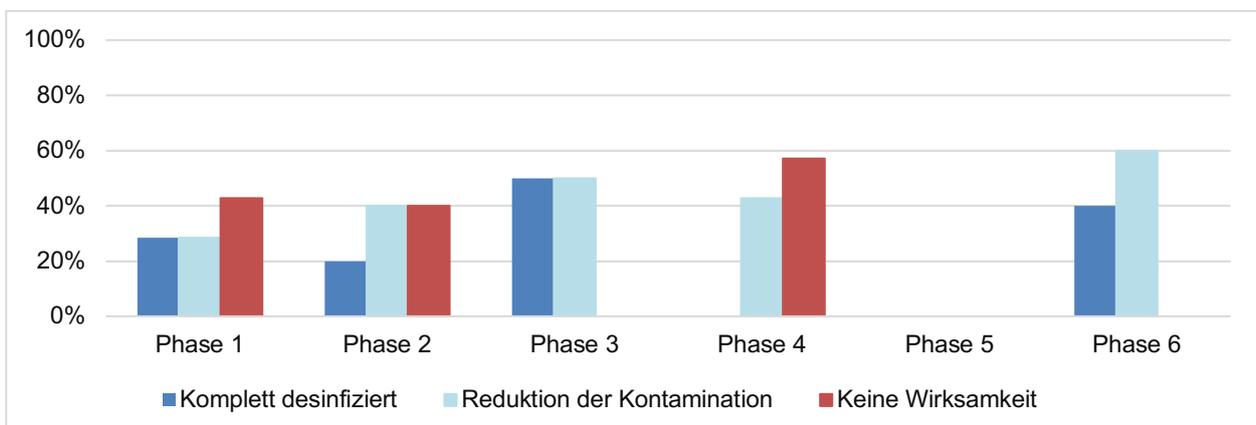
	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	29 %	29 %	43 %
Phase 2	20 %	40 %	40 %
Phase 3	50 %	50 %	Nicht Vorhanden
Phase 4	Nicht Vorhanden	43 %	57 %
Phase 5	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 6	40 %	60 %	Nicht Vorhanden

Tab. 14: Mikrokokken (Behandlungsstuhl) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	43 %	14 %	43 %
Phase 2	29 %	29 %	43 %
Phase 3	33 %	33 %	33 %
Phase 4	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 5	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 6	60 %	40 %	Nicht Vorhanden

Tab. 15: Aerobe Sporenbildner (Behandlungsstuhl) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine
Phase 1	22 %	22 %	56 %
Phase 2	10 %	30 %	60 %
Phase 3	Nicht Vorhanden	80 %	20 %
Phase 4	20 %	50 %	30 %
Phase 5	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 6	20 %	80 %	Nicht Vorhanden

**Abb. 39:** Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Staphylokokken in % über die Phasen 1-6, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-6

Basierend auf der Methode für Phase 5 wurden hier keine Proben am Behandlungsstuhl entnommen.

In Phase 3 wurde mit 50 % die höchste komplette Reduktion der Staphylokokken gemessen. Das kann darauf hinweisen, dass sich beim Behandlungsstuhl die Microsept Tücher (Phase 1 bis 3) besser bewähren (10 % mehr komplette Reduktion als in Phase 6). In Phase 6, in welcher zusätzlich noch eine Sprühdesinfektion angewendet wurde, waren die Werte mit einer kompletten Reduktion der Keime von 40 % vergleichbar gut. Bei diesem Verfahren wurde ebenfalls bei allen Proben eine Verringerung der Staphylokokken erzielt.

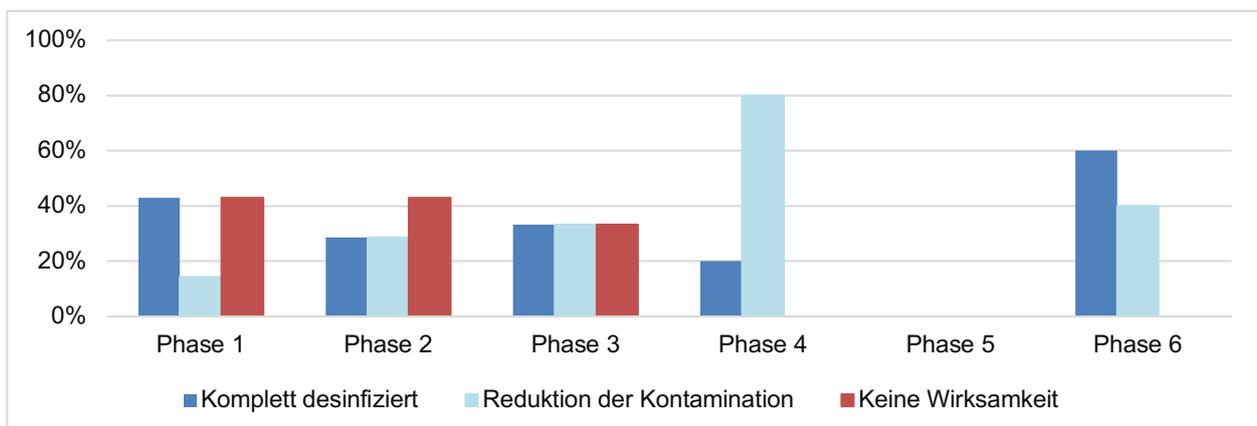


Abb. 40: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Mikrokokken in % über die Phasen 1-6, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-6

Eine 100 %ige Wirksamkeit wurde in keiner Phase erreicht.

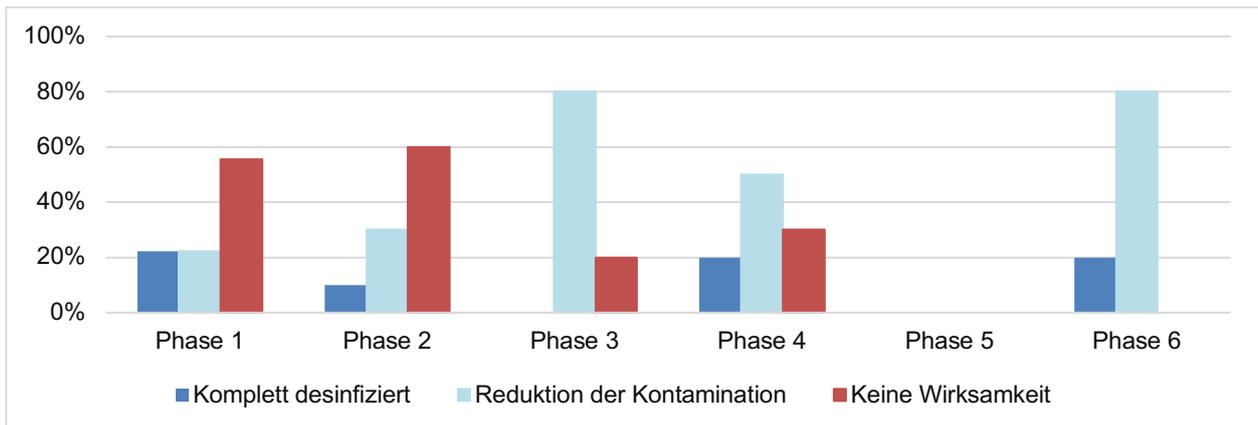


Abb. 41: Behandlungsstuhl – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von aeroben Sporenbildnern in % über die Phasen 1-6, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-6

Eine 100 %ige Wirksamkeit wurde in keiner Phase erreicht.

3.1.5 Speibecken

Gesamtübersicht

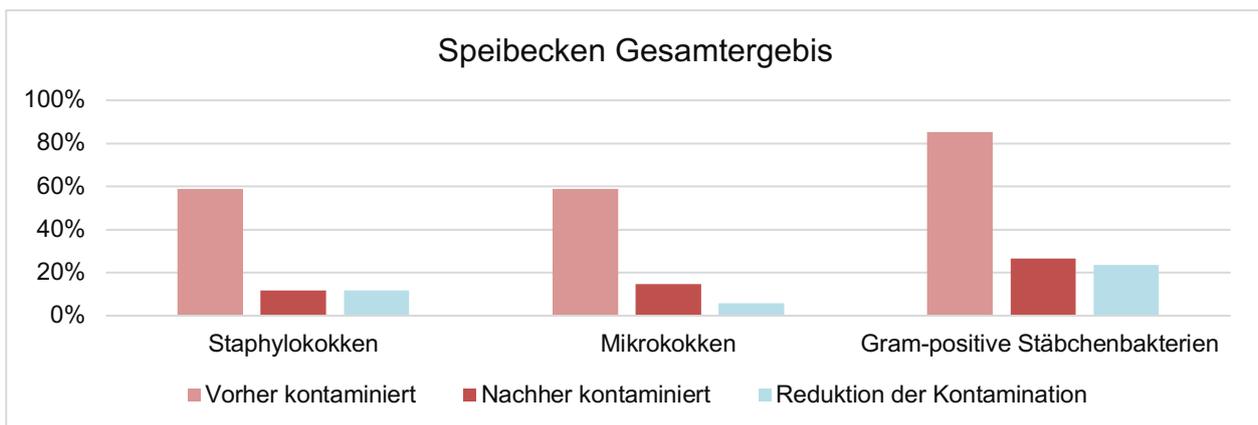


Abb. 42: Gesamtergebnis aller Beprobungen am Speibecken. Dargestellt werden die Kontaminationen vor und nach der Desinfektion und die durch die Desinfektion reduzierten Kontaminationen in Prozent für Staphylokokken, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner.

Bei den Wischdesinfektionen des Speibeckens wurden sehr gute Ergebnisse erzielt. Knapp über 10 % der Proben waren auch nach Wischdesinfektionen mit Staphylokokken kontaminiert, dabei allerdings mit einer verringerten Erregermenge (KBE).

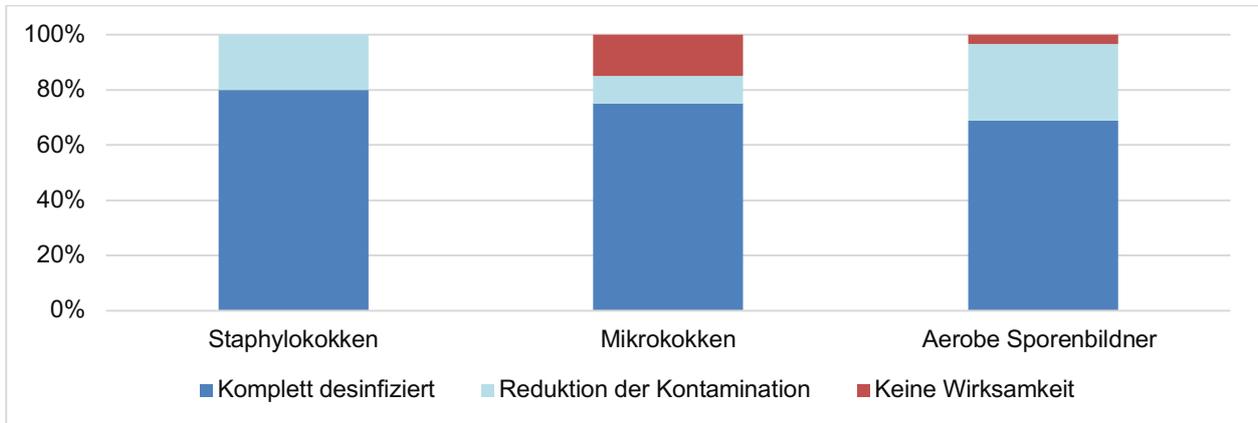


Abb. 43: Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % über alle Phasen, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Wirksamkeit der Desinfektion

Bei den Staphylokokken war die Wischdesinfektion stets wirksam, auch wenn die Erreger nicht immer komplett eliminiert wurden.

Betrachtung der einzelnen Phasen:

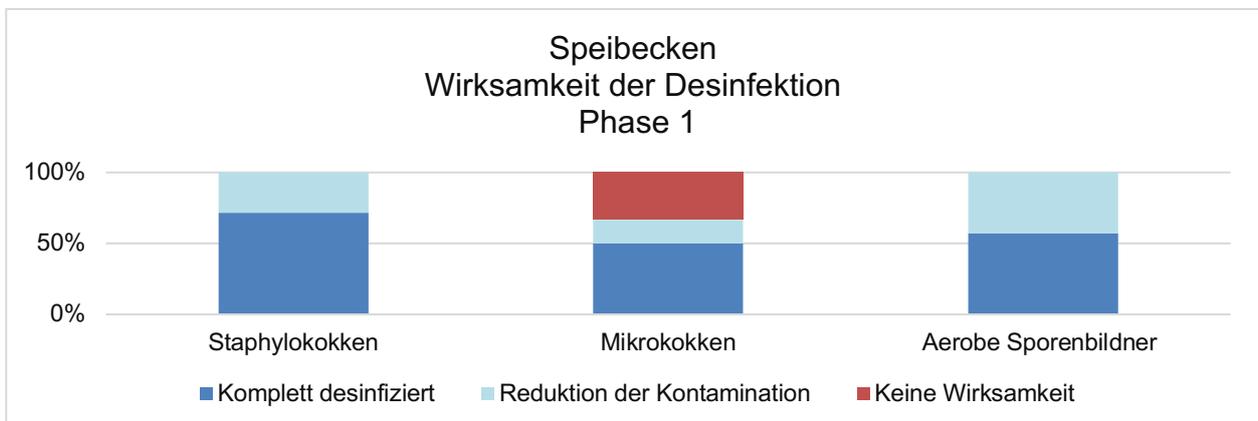


Abb. 44: Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 1, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 1: Januar – März 2018

Bei den Staphylokokken und Sporenbildnern war die Desinfektion immer wirksam. Alle Proben wiesen nach den Wischdesinfektionen eine geringere Anzahl von KBE der Erreger auf. Nach den Oberflächenbehandlungen war bezüglich der Staphylokokken und den aeroben Sporenbildnern immer eine Wirksamkeit sichtbar. Bei den Mikrokokken konnte bei über 30 % der Proben nach der Oberflächenbehandlung keine Reduktion nachgewiesen werden. Diese Erreger sind jedoch nicht hygiene-relevant.

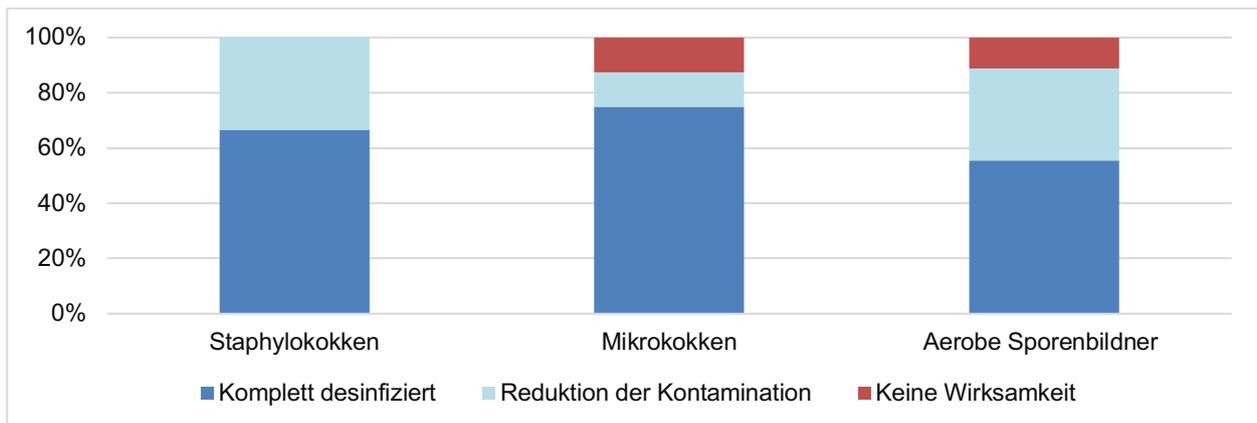


Abb. 45: Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 2, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 2: Mai – Juni 2018

Phase 2 weist ähnliche Ergebnisse auf wie Phase 1.

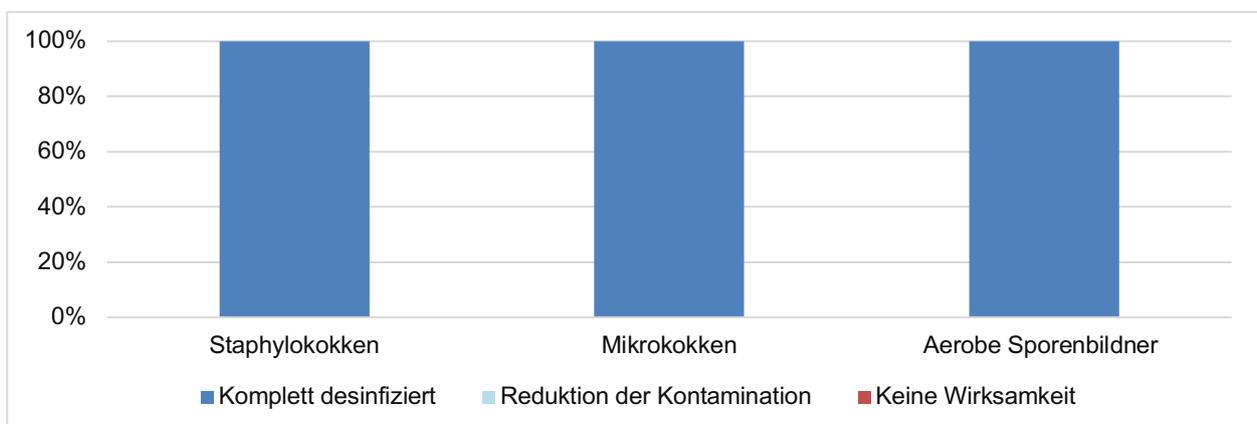


Abb. 46: Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 3, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 3: August 2018

Darstellung der 100 %igen Eliminierung aller Keimgattungen nach Wischdesinfektion. In Phase 3, in welcher mehrmals neue Tücher verwendet wurden, um die Medizeinheiten zu behandeln, sehen wir einen deutlichen Unterschied. Bei allen vorher kontaminierten Oberflächen konnte eine komplette Reduktion der Mikroorganismen erzielt werden.

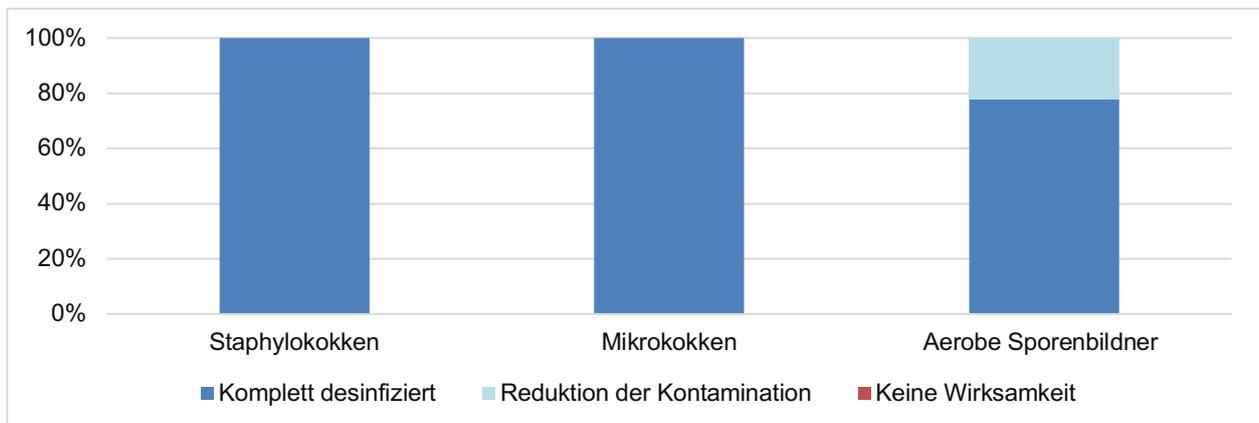


Abb. 47: Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 4: Oktober – November 2018

In Phase 4, mit den Tüchern aus der VAH-Liste, ist der Desinfektionserfolg weiterhin groß. Nur bei den aeroben Sporenbildnern sieht man noch Restkontaminationen, aber auch bei diesen stets mit einer verringerten Erregermenge.

Tab. 16: Staphylokokken (Speibecken) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

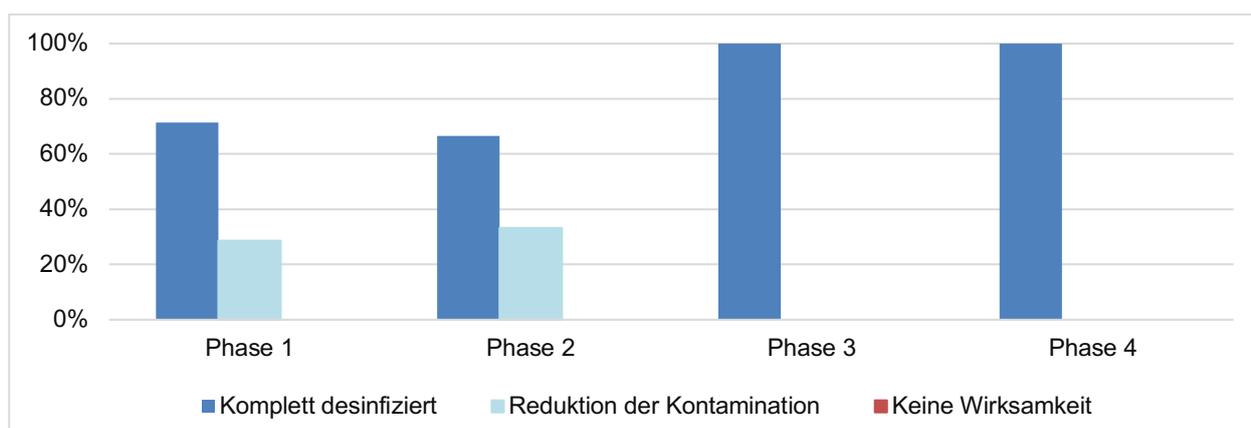
	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	71 %	29 %	Nicht Vorhanden
Phase 2	67 %	33 %	Nicht Vorhanden
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 17: Mikrokokken (Speibecken) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	50 %	17 %	33 %
Phase 2	75 %	13 %	13 %
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 18: Aerobe Sporenbildner (Speibecken) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	57 %	43 %	Nicht Vorhanden
Phase 2	56 %	33 %	11 %
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	78 %	22 %	Nicht Vorhanden

**Abb. 48:** Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Staphylokokken in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phasen 1-4

Bei Phase 3-4 waren die Staphylokokken nach Wischdesinfektion nicht mehr vorhanden.

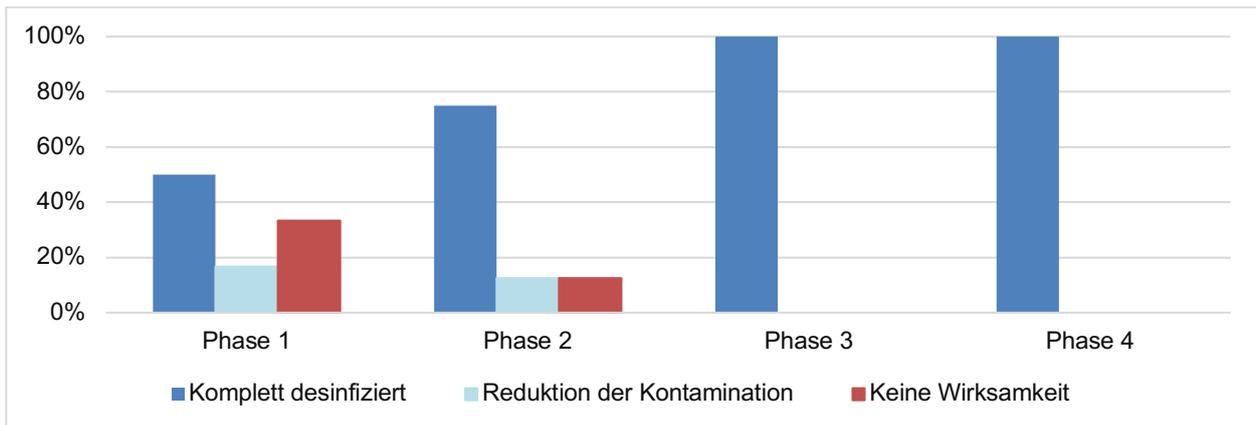


Abb. 49: Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Mikrokokken in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phasen 1-4

In Phase 3 und 4 hat die Desinfektion alle KBE der Mikrokokken eliminiert.

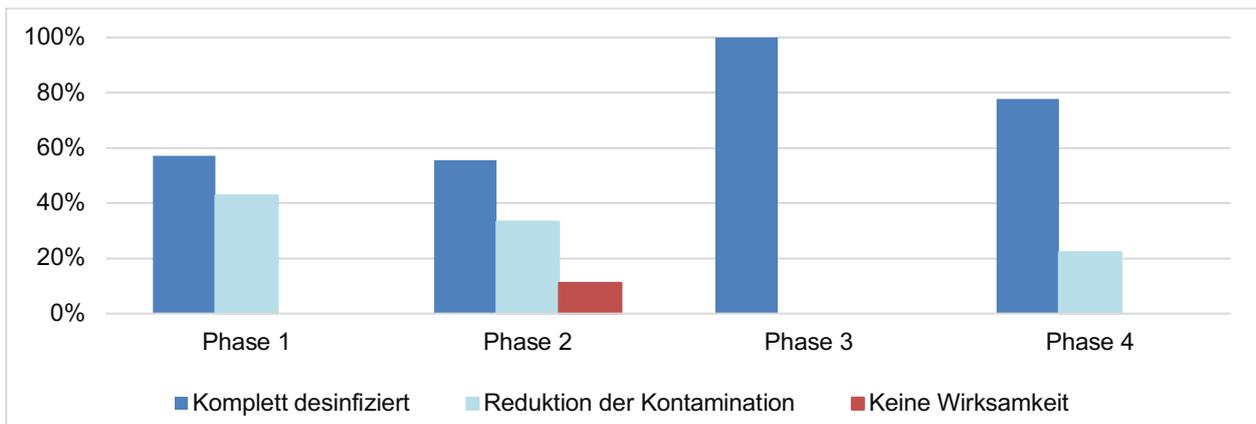


Abb. 50: Speibecken – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von aeroben Sporenbildnern in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phasen 1-4

Insgesamt ist die Desinfektion in den Phasen 3 und 4 sehr erfolgreich. Faktoren, die sich im Vergleich zu den anderen Phasen unterschieden haben, sind die Verwendung von je einem Tuch pro Behandlungseinheit und ab Phase 4 der Wechsel zu den Tüchern aus der VAH-Liste.

3.1.6 Schubladengriff

Gesamtübersicht

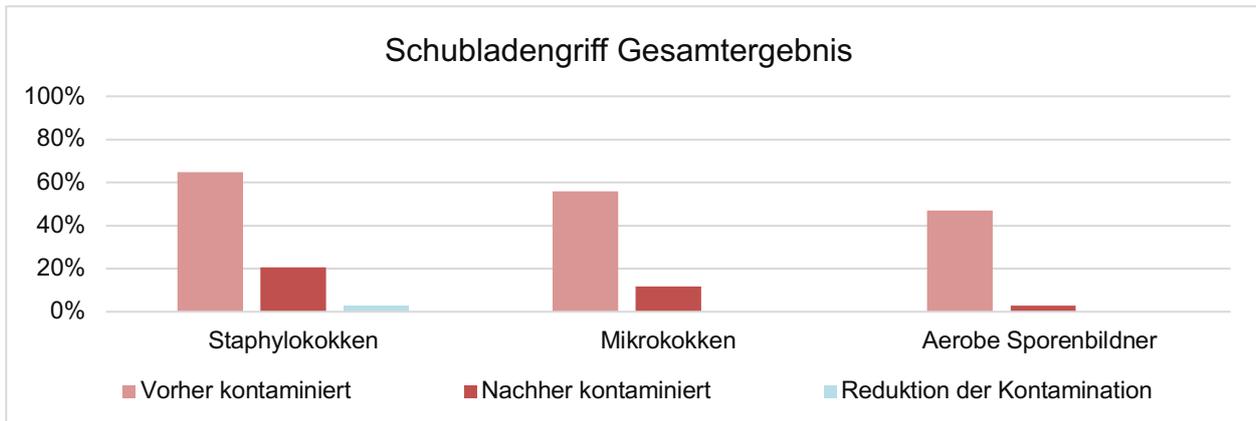


Abb. 51: Gesamtergebnis aller Beprobungen am Schubladengriff. Dargestellt werden die Kontaminationen vor und nach der Desinfektion und die durch die Desinfektion reduzierten Kontaminationen in Prozent für Staphylokokken, Mikrokokken und aerobe Sporenbildner.

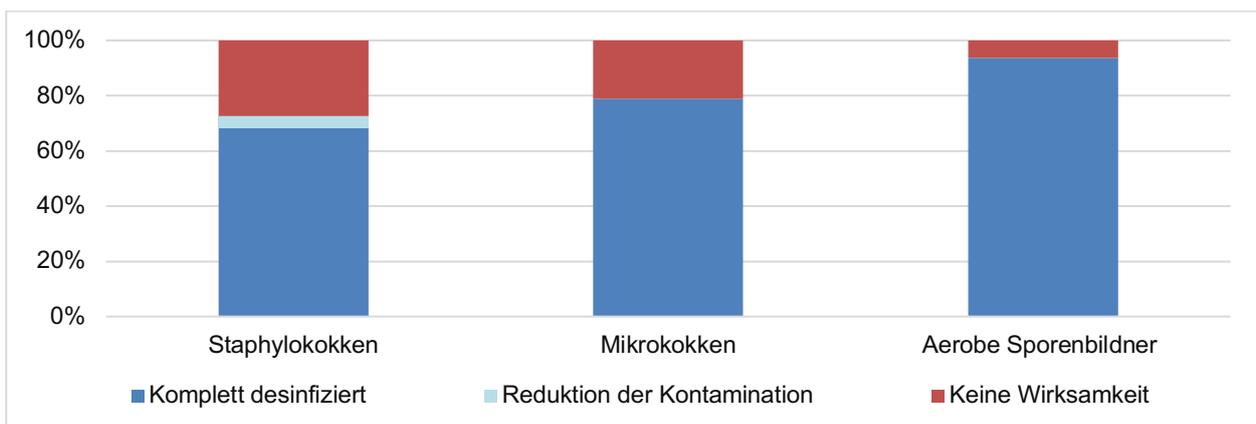


Abb. 52: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % über alle Phasen, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Wirksamkeit der Desinfektion

Bei allen Erregergattungen wurde entweder eine nahezu 100 %ige Eliminierung der Keime erzielt oder die Wischdesinfektionen wiesen keinerlei Wirkung auf die Erregermengen (KBE) auf.

Betrachtung der einzelnen Phasen:

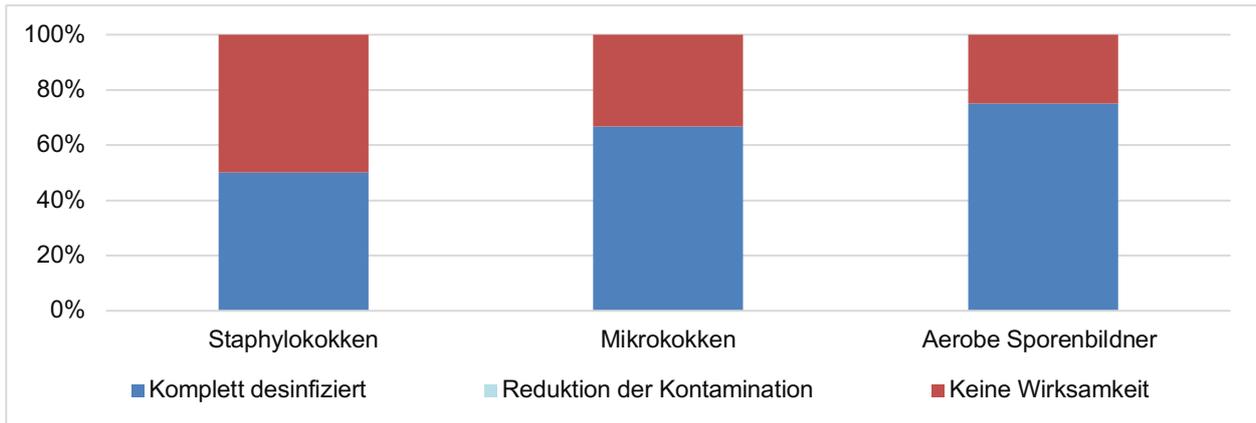


Abb. 53: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 1, dargestellt als Anteil „Komplettdesinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 1: Januar – März 2018

In der ersten Phase war der prozentuale Anteil einer nicht wirksamen Wischdesinfektion relativ hoch. Dies hat den Hintergrund, dass diese Oberfläche bei der Desinfektion schichtweg häufig vergessen wurde - wie aus ersten Protokollen zu entnehmen ist.

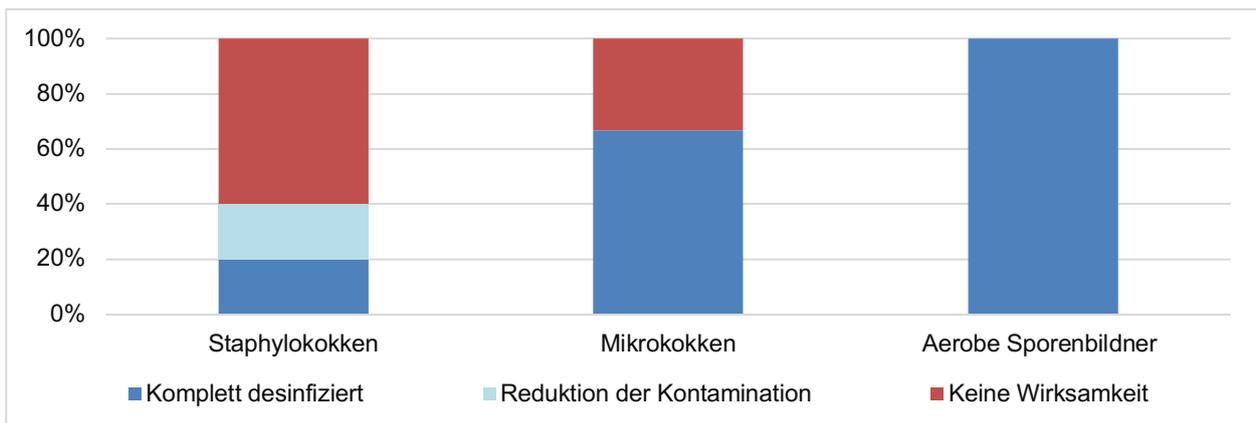


Abb. 54: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 2, dargestellt als Anteil „Komplettdesinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 2: Mai – Juni 2018

In der Phase 2 hat sich das Ergebnis im Hinblick auf die Staphylokokken leicht verschlechtert.

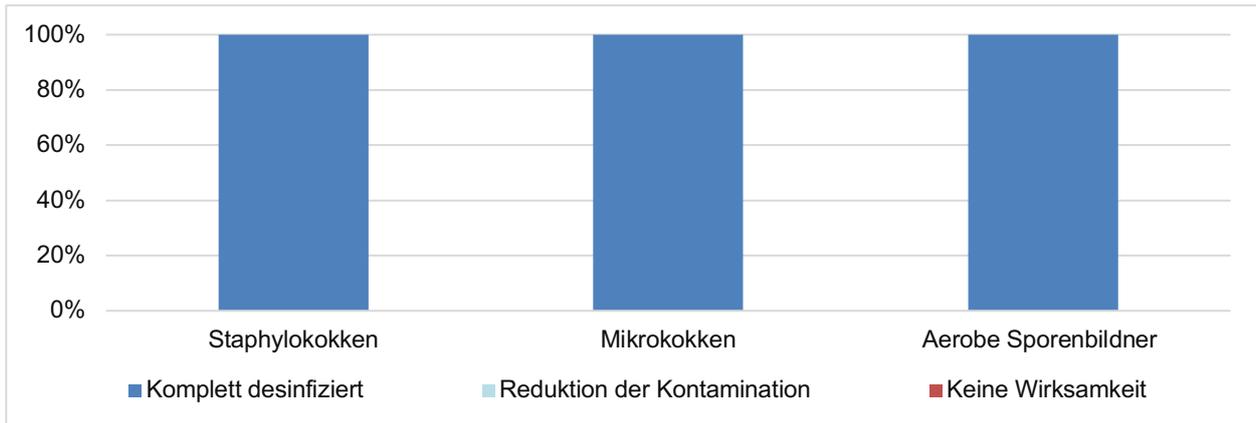


Abb. 55: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der Phase 3, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 3: August 2018

In der 3. Phase, bei welcher eine strukturelle Optimierung der Vorgehensweise vorgenommen wurde, sehen wir eine sofortige Veränderung. Es konnte eine hundertprozentige Reduktion bei allen Erregern erzielt werden. Dies hat möglicherweise ebenfalls damit zu tun, dass die ZFA (Zahnärztliche Fachangestellten) festgestellt haben, dass eine korrekte Desinfektion anhand der Abklatschproben nachgewiesen werden kann und sich daraufhin eine gewissenhaftere Arbeit ihrerseits einstellte.

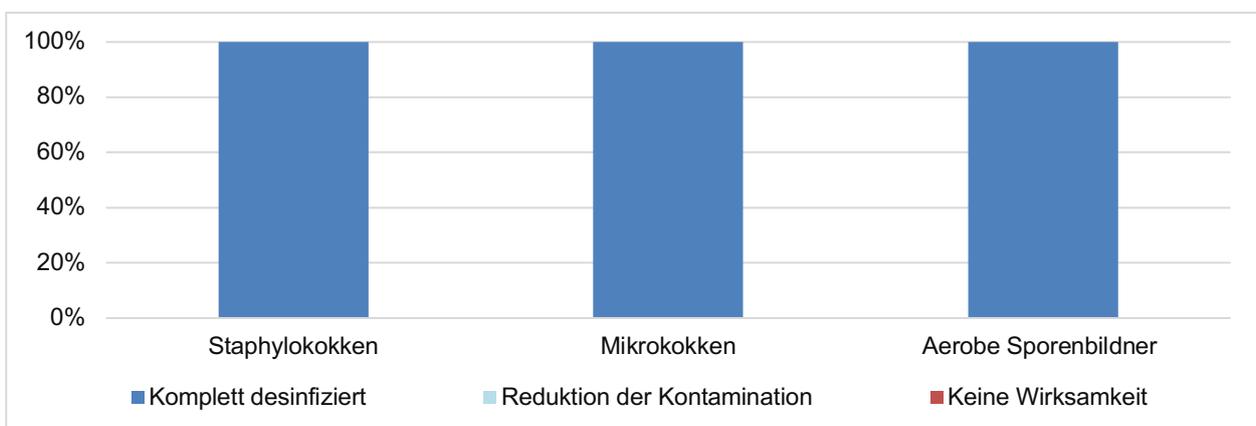


Abb. 56: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion in % in der

Phase 4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Phase 4: Oktober – November 2018

Auch mit den in der VAH-Liste aufgeführten Orbisept-Wet-Wipes Premium Desinfektionstüchern sind die Ergebnisse weiterhin sehr gut.

Tab. 19: Staphylokokken (Schubladengriff) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	50 %	Nicht Vorhanden	50 %
Phase 2	20 %	20 %	60 %
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 20: Mikrokokken (Schubladengriff) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	67 %	Nicht Vorhanden	33 %
Phase 2	67 %	Nicht Vorhanden	33 %
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

Tab. 21: Aerobe Sporenbildner (Schubladengriff) - Anteil der Reduktion in % nach Desinfektion

	Komplett desinfiziert	Reduktion der Kontaminierung	Keine Wirksamkeit
Phase 1	75 %	Nicht Vorhanden	25 %
Phase 2	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 3	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden
Phase 4	100 %	Nicht Vorhanden	Nicht Vorhanden

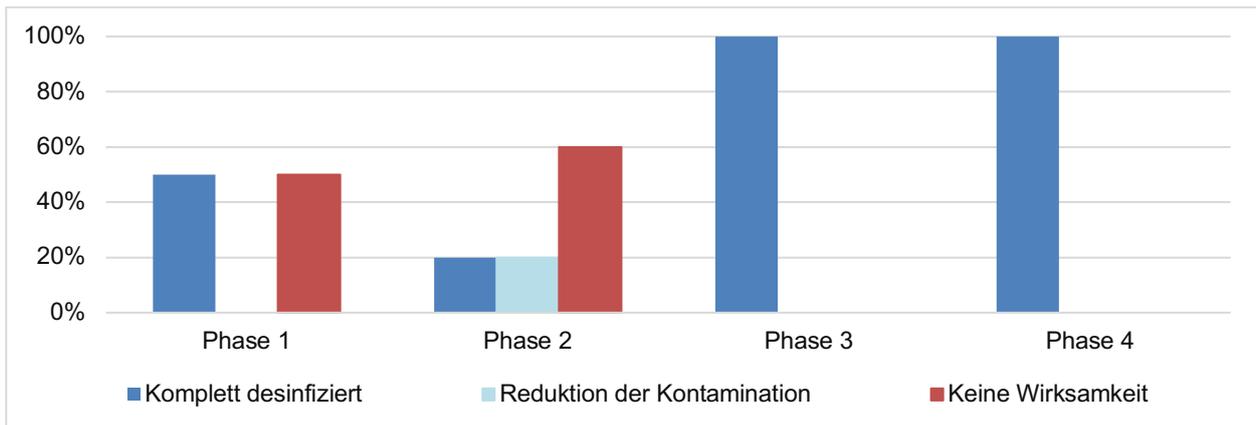


Abb. 57: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Staphylokokken in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-4

Mit Blick auf die Staphylokokken ist zu sehen, dass Änderungen im Desinfektionsprozess zu einer enormen Verbesserung geführt haben. In Phase 1 lag der Anteil der kompletten Reduktionen bei 50 % und in Phase 2 nur bei 20 %. In Phase 3 und 4 waren jeweils in 100 % der Fälle totale Reduktionen der Mikroorganismen zu erkennen.

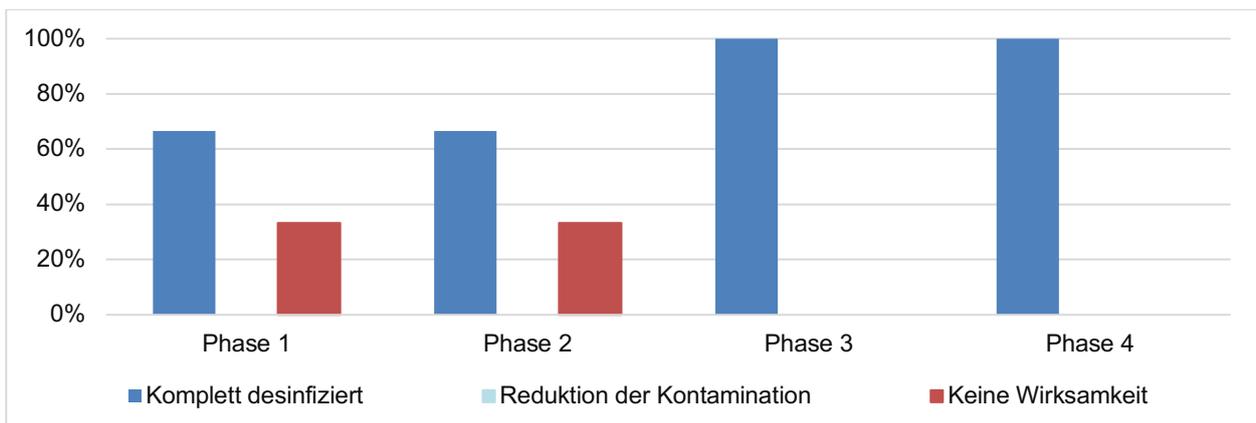


Abb. 58: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von Mikrokokken in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-4

In Phase 3 und 4 hat die Desinfektion alle KBE der Mikrokokken eliminiert.

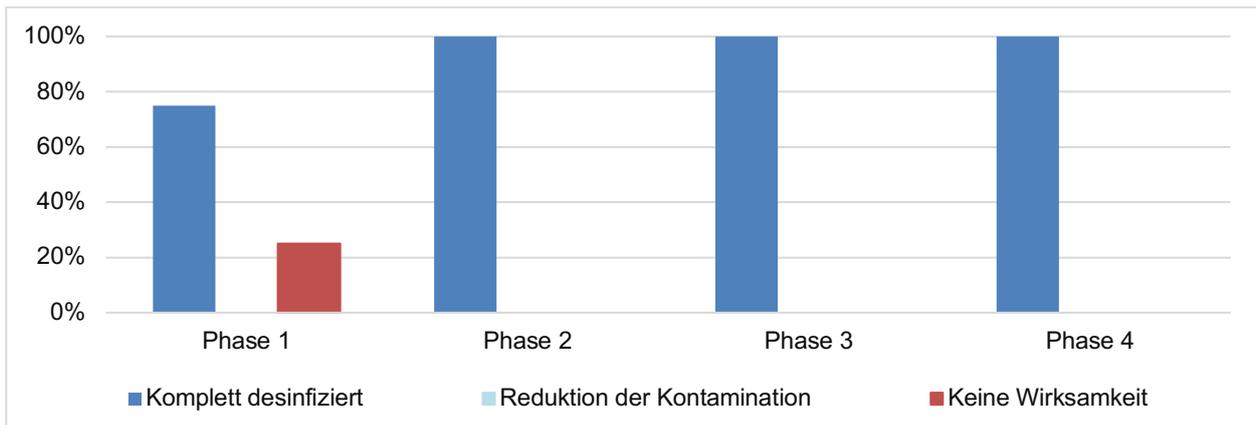


Abb. 59: Schubladengriff – Wirksamkeit der Desinfektion als Reduktion von aeroben Sporenbildnern in % über die Phasen 1-4, dargestellt als Anteil „Komplett desinfiziert“, „Reduktion der Kontamination“ und „Keine Wirksamkeit“

Zusammenfassung Phase 1-4

In Phase 2-4 hat die Desinfektion alle KBE der aeroben Sporenbildner eliminiert.

3.1.7 Exakter Test nach Fischer

Für die Zusammenfassung der Einzelergebnisse in den Desinfektionsverfahren ist der Exakte Test nach Fischer dargestellt. Ein ermittelter p-Wert kleiner als das Signifikanzniveau von 0,05 führt zur Verwerfung der Nullhypothese (H_0) und stützt die Alternativhypothese (H_1)

H_0 : Die Erregerzahl ist unabhängig von einer Durchführung der Desinfektionsmaßnahme.

H_1 : Die Erregerzahl ist abhängig von einer Durchführung der Desinfektionsmaßnahme

Tab. 22: Exakter Test nach Fischer für Staphylokokken. Dargestellt sind die ermittelten p-Werte

Untersuchungsstelle (Ort)	Alle Phasen
1 Schubladengriff	0,011
2 RWS	0,000
3 GWS	0,000
4 Behandlungsstuhl	0,018
5 Speibecken	0,000
6 Lampengriff	0,000

Zusammenfassend zeigen die ermittelten p-Werten $< 0,05$ für jeden Untersuchungsort (1-6), dass die Desinfektionsmaßnahme (Oberflächendesinfektion) einen signifikanten Einfluss hat. Im vorliegenden Fall bedeutet dies, dass die Desinfektionsmaßnahme zu einer signifikanten Reduktion der Erregerzahl führte.

Tab. 23: Exakter Test nach Fischer für Staphylokokken für jede einzelne Phase. Dargestellt sind die ermittelten p-Werte.

Test-organismus	Ort	Gesamt (über alle Phasen)	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
<i>S. aureus</i>	1	0,011	0,637	0,573	0,048	0,003		
	2	0,000	0,003	0,040	1,00*	0,062*	0,167*	
	3	0,000	0,090	0,014	0,444	0,001	0,444	
	4	0,018	0,860	0,744	0,722	0,672		0,008
	5	0,000	0,005	0,363	0,444	0,033		
	6	0,000	0,014	0,170	1,00	0,003		

Eine spezifische Betrachtung des roten Winkelstücks (Ort = 2) in den Phasen 3-5 (siehe *) wurde anhand von Kreuztabellen vorgenommen. Hieraus lässt sich folgern, dass eine Wirksamkeit der Desinfektion vorhanden war, trotz der statistisch ermittelten p-Werte $> 0,05$.

Tab. 24: Phase 3, Ort 2 (RWS) für Staphylokokken (p-Wert = 1,00)

Maßnahme * Ergebnis Kreuztabelle				
		Kategorien Erregerzahl		Gesamt
		0	2	
Maßnahme	1	4	1	5
	2	5	0	5
Gesamt		9	1	10

Anzahl der Untersuchungsergebnisse in Abhängigkeit der Maßnahme (1 = Vor Desinfektion, 2 = Nach Desinfektion) für folgende Kategorien der Erregerzahl = Kategorie 0 – 6:

0. 0 Wachstum,
1. 1 - 3 KBE = (+)
2. 4 - 10 KBE = +
3. 11 - 30 KBE = ++
4. 31 - 60 KBE = +++
5. > 60 KBE = ++++
6. Rasenwachstum = R

Aus der Kreuztabelle (Tab. 24) geht hervor, dass von fünf Proben bereits bei vier Proben vor der Desinfektion keine Staphylokokken nachgewiesen wurden. Nach der Desinfektion waren alle fünf Proben erregerefrei. Die Desinfektionsmaßnahme hat somit die Erregerzahl auf "0 Wachstum" reduzieren können, jedoch kann dies nicht mit einem statistischen Signifikanztest dargestellt werden.

Tab. 25: Phase 4, Ort 2 (RWS) für Staphylokokken (p-Wert = 0,062)

Maßnahme * Ergebnis Kreuztabelle							
		Kategorien Erregerzahl					Gesamt
		0	1	2	4	5	
Maßnahme	1	4	1	3	1	1	10
	2	9	1	0	0	0	10
Gesamt		13	2	3	1	1	20

Anzahl der Untersuchungsergebnisse in Abhängigkeit der Maßnahme (1 = Vor Desinfektion, 2 = Nach Desinfektion) für folgender Kategorien der Erregerzahl = Kategorie 0 – 6, siehe Tabelle 24.

Es geht aus der Kreuztabelle (Tab. 25) hervor, dass vor Desinfektion bereits von zehn Proben, vier Proben erregerefrei waren. Nach der Desinfektion waren von 10 Proben, neun Proben erregerefrei. Lediglich eine Probe mit geringer Erregerzahl wurde ermittelt. Die Desinfektionsmaßnahme konnte auch in diesem Beispiel die Erregerzahl deutlich reduzieren, was sich jedoch mit dem ermittelten p-Wert (0,062) statistisch nicht untermauern lässt.

Tab. 26: Phase 5, Ort 2 (RWS) für Staphylokokken (p-Wert = 0,167)

Maßnahme * Ergebnis Kreuztabelle					
		Ergebnis			Gesamt
		0	1	3	
Maßnahme	1	2	2	1	5
	2	5	0	0	5
Gesamt		7	2	1	10

Maßnahme 1 = Vor Desinfektion, Maßnahme 2 = Nach Desinfektion.

Es geht aus der Kreuztabelle (Tab. 26) hervor, dass vor Desinfektion bereits aus fünf Proben, zwei Proben erregerefrei waren und nach Desinfektion waren alle fünf Proben erregerefrei. Die Desinfektionsmaßnahme hat somit die Erregerzahl auf "0 Wachstum" reduzieren können, was sich aus dem ermittelten p-Wert nicht ablesen lässt.

Aus diesem Grund ist die Betrachtung der deskriptiven Diagramme oder der Kreuztabellen (Tab. 24-26) neben der statistischen Betrachtung mittels Exaktem Test nach Fisher unerlässlich.

Ebenfalls wurde für die Gesamtanzahl der Proben ein exakter Test nach Fischer für die Mikrokokken und aeroben Sporenbildner durchgeführt.

Tab. 27: Exakter Test nach Fischer für Mikrokokken. Dargestellt sind die ermittelten p-Werte

Untersuchungsstelle (Ort)		Alle Phasen
1	Schubladengriff	0,020
2	RWS	0,07
3	GWS	0,022
4	Behandlungsstuhl	0,087
5	Speibecken	0,028
6	Lampengriff	0,000

Bei den Mikrokokken lassen sich ebenfalls Signifikanzen bei fast allen Untersuchungsstellen bis auf RWS und Behandlungsstuhl feststellen. Diese waren, wie bereits bei den deskriptiven Ergebnissen, die schwierig zu desinfizierenden Stellen (siehe Tabellen 4-6, 7-9, 12-14).

Tab. 28: Exakter Test nach Fischer für aerobe Sporenbildner. Dargestellt sind die ermittelten p-Werte

Untersuchungsort	Alle Phasen
Schubladengriff	0,000
GWS	0,000
GWS	0,000
Behandlungsstuhl	0,000
Speibecken	0,000
Lampengriff	0,000

Bei den aeroben Sporenbildnern gibt es bei jedem Untersuchungsort eine signifikante Wirkung des Oberflächendesinfektionsmittels.

4. Diskussion

Aus Sicht der Zahnärzte spielt die Bekämpfung der Staphylokokken eine erhebliche Rolle. Streptokokken und Staphylokokken sind oft die Verursacher von Schleimhautinfektionen und können sogar zu Phlegmonen führen. In Zahnarzt-Praxen kann es durch den nahen und ständigen Patientenkontakt sowie einer häufigen Aerosolbildung leicht zu Transmissionen mit diesen Bakterien kommen. Bis jetzt wurde noch nicht von einer Übertragung durch kontaminierte Oberflächen berichtet, es wäre jedoch theoretisch möglich.

Bei einer Untersuchung wurden in zahnärztlichen Einrichtungen routinemäßig Abstriche vom Nasen-Rachenraum gemacht. Bei circa 12 % der von Zahnärzten behandelten Patienten konnte eine MRSA-Besiedlung beschrieben werden. Bei Zahnmedizinstudenten lag das Ergebnis sogar bei 32 %. Zudem wurde MRSA in der Plaque von älteren Patienten, in der Luft, auf den Behandlungsstühlen sowie auf dem Fußboden nachgewiesen. Um eine Übertragung von MRSA zu vermeiden, müssen alle multifaktoriellen Hygieneregeln eingehalten werden (Vetter, 2012).

Sehr ähnliche Resultate zeigte ebenfalls eine Untersuchung, die in einer Zahnklinik in Ägypten erfolgte: Auch dort konnte bei 11,1 % der Proben vom Nasen-Rachenraum der Patienten eine MRSA-Besiedlung festgestellt werden (Khairalla et al., 2017).

Ferner zeigen weitere Studien ähnliche Ergebnisse. In einer universitären Zahnklinik in Gakuin beispielsweise, wurden Methicillin-resistente Koagulase-negative Staphylokokken bei 20,5 % der Mitarbeiter nachgewiesen sowie in Proben von den Behandlungsstühlen als auch auf dem Boden. Jedoch wurden keine MRSA nachgewiesen (Horiba et al., 1995). Weitere Studien belegen die Anwesenheit von MRSA sowohl im Speichel der Probanden als auch auf Oberflächen in zahnärztlichen Einrichtungen. Aus 39 Proben von Oberflächen in zahnärztlichen Einrichtungen waren 5 Proben mit MRSA kontaminiert (Honma et al., 1994).

Eine der multifaktoriellen Hygieneregeln, die es einzuhalten gilt, stellt die Oberflächendesinfektion dar. Heute finden die vorgetränkten ready-to-use Systeme immer mehr Verbreitung, da die Anwendung offensichtlich sehr leicht und zeitsparend ist.

Auch Hersteller von Übertragungsinstrumenten wie Winkelstücke und Turbinen empfehlen für eine manuelle Außendesinfektion die Wischdesinfektion und für die Innenflächendesinfektion Spezialadapter (NSK, 2018). Dies ist jedoch kritisch zu bewerten, da laut DAHZ die maschinelle Desinfektion bevorzugt wird und eine Wischdesinfektion der Übertragungsinstrumente als nicht ausreichend betrachtet wird (DAHZ, 2018). Es herrscht somit zwischen Hersteller und DAHZ in der Beschreibung der Außendesinfektion im manuellen Verfahren eine Diskrepanz. NSK weist zum Beispiel spezifisch darauf hin, die Übertragungsinstrumente nicht zur manuellen Außendesinfektion in Lösung einzutauchen (NSK, 2018).

Eine in Deutschland durchgeführte Studie, aus dem Jahr 2015, zeigt zudem, dass aus 50 Zahnarztpraxen nur 13 Zahnarztpraxen die maschinelle Aufbereitung von Hand- und Winkelstücken einsetzen und 37 Zahnarztpraxen hingegen die manuelle Aufbereitung verwenden (Werner et al., 2015). Dies lässt schlussfolgern, dass auch heute noch immer ein relevanter Anteil der deutschen Zahnarztpraxen eine manuelle Aufbereitung der Übertragungsinstrumente wählen und hier verschiedene Methoden in der Praxis angewendet werden. In der untersuchten Zahnarztpraxis ist die manuelle Aufbereitung ebenfalls das gelebte Verfahren gewesen.

Trotz der Vorteile der maschinellen Aufbereitung ist es laut des Hygieneleitfadens des DAHZ (Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnmedizin) 12. Ausgabe 2018, die in Zusammenarbeit mit der deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene erarbeitet wurde, weiter zulässig, die Außenflächen der Übertragungsinstrumenten und die Innenflächen mit Hilfe spezieller Adapter manuell zu desinfizieren, wenn sie anschließend thermisch desinfiziert werden bzw. mit einem viruziden Desinfektionsmittel behandelt werden.

Das Verfahren „maschinell“ versus „manuell“ wird in der ZM-Zeitschrift für Zahnärzte diskutiert. Dabei wird deutlich, dass die maschinelle Desinfektion von Übertragungsinstrumenten zu bevorzugen ist, da diese besser validierbar und standardisierbar ist (Becker et al., 2016).

Die Erfahrung zeigt, dass Theorie und Praxis leider noch voneinander abweichen, deswegen wurde das manuelle Verfahren auch für Übertragungsinstrumente beschrieben, um die Wirksamkeit einer Wischdesinfektion ohne folgende Sterilisation zu beleuchten.

Es bleibt zu hoffen, dass die Ergebnisse und Diskussionen dieser Dissertation die Notwendigkeit einer maschinellen Aufbereitung der Winkelstücke untermauern.

Aus den Ergebnissen und Protokollen dieser Untersuchungen wurden bezüglich der Faktoren, welche für eine erfolgreiche Oberflächen-Wischdesinfektion wichtig sind, folgende Schlussfolgerungen gezogen:

Erstens waren bei den meisten Probestellen bei der zahnärztlichen Behandlungseinheit Verbesserungen nach den Wischdesinfektionen ab Phase 3 messbar. Hier wurden insgesamt deutlich häufiger frische Desinfektionstücher verwendet. Das kann darauf hindeuten, dass je feuchter das Tuch ist, desto besser kann es die Oberfläche benetzen und desinfizieren. Es bietet sich von daher an, für jedes zu desinfizierende Medizinprodukt ein neues Tuch zu verwenden, da durch dieses Vorgehen ein Austrocknen oder eine Keimverschleppung verhindert werden kann.

Zweitens deuten die Ergebnisse dieser Studie darauf hin, dass die Zusammensetzung der Desinfektionsmittel und die Kompatibilität mit dem Vlies-Wischdesinfektionstuch von Bedeutung ist. Insgesamt waren die Ergebnisse in Phase 3 und 4 besser als in den vorherigen Phasen. In Phase 4 wurden Oberflächen-Desinfektionstücher aus vorgetränkten Tuchspender-Systemen verwendet, die vom VAH als wirksam zertifiziert sind. Bei solch zertifizierten Systemen ist davon auszugehen, dass eine Kompatibilität des Desinfektionsmittels mit dem Vlies-Wischdesinfektionstuch gesichert und getestet ist.

Drittens hat sich die Oberfläche des zu desinfizierenden Produktes als ein wichtiger Faktor herausgestellt. Je strukturierter, beziehungsweise griffiger eine Oberfläche, wie beispielsweise der Behandlungsstuhl oder Oberflächen mit Rillen oder Erhebungen, desto mehr haben sie bei den Untersuchungen die Wirksamkeit der Wischdesinfektion verringert.

Die Sprühdesinfektion als Verfahren, welches seine Verbreitung in Zahnarztpraxen immer mehr verliert, kann verwendet werden, um Stellen zu benetzen, welche sonst für die Wischdesinfektion schwierig zu erreichen sind. In dieser Studie hat sich jedoch gezeigt, dass ein frisches, neues, nasses ready-to-use Desinfektionstuch bessere Ergebnisse erzielt.

Auf der Homepage des VAH-Online ist auch eine Empfehlung zur Kontrolle kritischer Punkte bei der Anwendung von Tuchspendersystemen im Vortränkssystem für die Flächendesinfektion 2012 veröffentlicht.

Zudem beleuchtet der VAH die Wichtigkeit der Kompatibilität der Desinfektionslösung mit dem Vliestuchmaterial. Er hat festgestellt, dass Tuchmaterialien in Kombination mit Ammonium-Verbindungen die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels inaktivieren oder schwächen.

Die Vortränkssysteme wurden bis zum Jahr 2012 vom VAH nicht in den entsprechenden Listen für geprüfte und für wirksam befundene Desinfektionsmittel aufgeführt, da hierzu bis dato keine validierten Prüfverfahren existierten. Bis dahin wurde die Wirksamkeit lediglich anhand der Desinfektionslösung durch den VAH geprüft. Nicht in Betracht gezogen wurde die Kombination der Tücher mit der Lösung über eine Standzeit von bis zu 28 Tagen. Diesbezüglich waren lediglich die Angaben zur Wirksamkeit durch die Hersteller bekannt, welche weder geprüft noch validiert wurden.

Einige andere kritische Punkte, die der VAH erläutert, welche in meinen Untersuchungen als nicht-beeinflussbarer Faktor betrachtet wurden, sind Einzelberichte über kontaminierte Tuchspendersysteme. Diese Einzelberichte sagen übereinstimmend aus, dass eine Vermehrung von gramnegativen Bakterien in den Spenderbehältnissen nachgewiesen wurde.

Der Arbeitsfokus dieser Dissertation lag in der Evaluierung vorgetränkter Flächendesinfektionstücher. Hierbei wurden unterschiedliche Vorgehensweisen mit Flächendesinfektionstüchern beleuchtet. Ziel war die Beschreibung eines wirksamen Verfahrens um dieses als Grundlage für ein standardisiertes Verfahren zu empfehlen. Der Fokus dieser Arbeit lag demnach nicht darin, die Bakterien eines zahnärztlichen Behandlungszimmers genau zu klassifizieren und zu beschreiben. Dies könnte in weiteren zukünftigen Untersuchungen analysiert und bewertet werden.

Weitere bedenkenswerte Punkte sind die dicht verschließbaren Deckel, welche eine Austrocknung der Wischtücher vermeiden.

Auch die Aufbereitung der Eimer vor Neubefüllung sollte sorgfältig erfolgen: mit Reinigung, Desinfektion und guter, wenn möglich, thermischer Trocknung.

Diese Faktoren, erläutert vom VAH, sind ebenfalls interessant für zukünftige Untersuchungen.

In dieser Dissertation wurde nicht untersucht, ob Wärme beziehungsweise Temperatur in den Behandlungszimmern eine Rolle spielen. Dies wäre ebenfalls ein interessantes Forschungsfeld, da die Ergebnisse in den Wintermonaten besser waren, als in den Sommermonaten und Wärme bekanntermaßen einen positiven Effekt auf das Keimwachstum hat.

Zudem gilt es noch einen weiteren Faktor zu beleuchten, welcher hier ansonsten keine Erwähnung findet: Das Personal (beziehungsweise die ZFA), welches die Wischdesinfektionen durchführte. Sobald die Angestellten ein Bewusstsein bezüglich der Überprüfungen der Desinfektion erlangten, wurde von ihrer Seite womöglich mehr Wert auf eine sorgfältige Desinfektion gelegt. Dies kann sich sowohl positiv auf das Maß und die Vollständigkeit des Wischens als auch auf das Einhalten der Einwirkzeiten auswirken. Eine Art „Lernfaktor“ des Personals bei der Durchführung der Wischdesinfektionen ist also nicht auszuschließen.

In dieser Untersuchung wurden Desinfektionstücher mit Alkohol als Hauptwirkstoff benutzt. Einer Studie, die Desinfektionstücher mit Wasserstoffperoxid als Wirkstoff gegen die Erreger in zahnärztlichen Einrichtungen untersucht hat, wurden folgende Schlussfolgerungen entnommen: Vor Desinfektion bestand 5 % Besiedlung mit MRSA an den beprobten Oberflächen. Nach Desinfektion konnten keine MRSA mehr nachgewiesen werden (Gerba et al., 2016).

Andere Ergebnisse zeigt eine Studie von 2008, die im gleichen Sinne die Wirksamkeit der Oberflächendesinfektion in zahnärztlichen Einrichtungen untersucht hat. Darin wurden ebenfalls, wie in der vorgelegten Studie, Abklatsch-Untersuchungen durchgeführt, um die mikrobiologische Kontamination zu bestimmen. Auch hier wurde die Keimzahl vor und nach Desinfektion bestimmt und analysiert, jedoch wurden fünf unterschiedliche Desinfektionstücher mit unterschiedlichen Wirkstoffen verwendet. Keines der Tücher war in Alkohol oder Wasserstoff-Peroxid getränkt, schlussfolgernd dass auch nach Desinfektionsmaßnahmen ein Restpotenzial für eine Kontamination besteht (Egusa et al., 2008).

Es ist zu bemerken, dass alle Desinfektionstücher der erwähnten Untersuchungen unterschiedliche Wirkstoffe beinhalteten und eine Standardisierung und Favorisierung der wirksamen Substanzen bei Oberflächendesinfektionstüchern durchaus notwendig sein könnte.

Ähnliche Untersuchungen wie in der vorgelegten Studie, in denen Flächendesinfektionstücher unter realen Arbeitsbedingungen – und im Besonderen bei Zahnärzten - untersucht wurden, sind selten in der Literatur zu finden. In einer Untersuchung wurde die Wirksamkeit von Ready-to-use Oberflächendesinfektionstüchern überprüft. Erreger, wie beispielsweise *Staphylococcus aureus*, wurden suspendiert auf die Flächen aufgetragen und nachfolgend mit einem Desinfektionstuch abgewischt. Diese Untersuchung hat zwar keine vollständige Wirksamkeit der Desinfektionstücher gezeigt, sie kommt jedoch zu folgendem Schluss: um die Wirksamkeit richtig zu überprüfen, muss die Testung unter realen Konditionen geschehen (Tarka et al., 2019). Trotz einer vergleichbaren Zielsetzung der Untersuchungen sind die Testumgebungen enorm unterschiedlich. Während die oben erwähnte Untersuchung unter Laborbedingungen eine Wirksamkeit nicht untermauern konnte, deuten die Ergebnisse meiner Untersuchung unter Praxisbedingungen auf eine Wirksamkeit hin.

Ein Review von Song et al. behandelt ebenfalls die Wirksamkeit der Flächendesinfektion von Ready-to-use Tüchern. Hier wird ein spezieller Fokus auf die Erfolgsfaktoren des Desinfektionsverfahrens gelegt. Auch in dieser Studie gehen die Autoren auf die Kompatibilität der Zusammensetzung der Desinfektionslösung und dem Vliesmaterial ein. Ein bemerkenswerter Faktor, welcher in der vorgelegten Untersuchung nicht spezifisch betrachtet wurde, ist das mechanische Entfernen versus die chemische Inaktivierung von Erregern. Allerdings kommt man auch in besagtem Review zu dem Schluss, dass noch weitere Untersuchungen notwendig sind, vor allem unter praktischen Konditionen und nicht in Simulationen (Song et al., 2019).

Eine Untersuchung von Becker et al. hat möglichst reale Bedingungen simuliert, um die Effizienz der Oberflächendesinfektionstücher zu evaluieren und hat auf diesem Weg sehr gute Resultate erzielt (Becker et al., 2019). Dies steht im Gegensatz zu den Untersuchungen mit Suspensionen wie bei Tarka et al. (2019) in der keine Wirksamkeit nachgewiesen werden konnte. Das deutet erneut darauf hin, welchen großen Einfluss die Untersuchungskonditionen auf das Untersuchungsergebnis haben.

Hinsichtlich des Aufbaus und Ablaufs dieser Dissertation ist, gerade mit Blick auf die oben erwähnte Vergleichsliteratur, zu sagen, dass unter realen Bedingungen eine Wirksamkeit der Flächendesinfektion festgestellt und erste Einflussfaktoren der Desinfektion beleuchtet werden konnten. Kritisch zu betrachten ist hingegen das Fehlen weiterer

aussagekräftiger, statistischer Auswertungen mit einer höheren Anzahl an Proben, um die Ergebnisse der einzelnen Phasen zu unterstützen. Es ist jedoch nach dem Exakt Test von Fisher davon auszugehen, dass die Flächendesinfektion mit einem Tuchtränkeverfahren insgesamt signifikant wirksam ist.

Die unterschiedlichen Ergebnisse können aber in mehreren Aspekten begründet sein. Die Betrachtung der Erregerart und der Erregerkonzentration kann bei den Untersuchungen variieren. Die Hersteller der Desinfektionstücher könnten unterschiedlich wirksam sein. Außerdem kann das menschliche Wischverhalten (z.B. der Anpressdruck) einen Einfluss auf die Wirksamkeit der Wischdesinfektion haben. Das Wissen der ZFA im Hinblick auf die Studie ist besonders kritisch zu werten, da dies zu einer erhöhten Sorgfalt bei der Durchführung der Wischdesinfektion geführt haben könnte.

5. Zusammenfassung

In der Medizin spielt die Hygiene schon immer eine existenzielle Rolle. Nicht nur das Einhalten von Hygienevorschriften und -richtlinien kann viele Krankheiten verhindern, sondern die Geschichte zeigt, dass mangelnde Hygiene sogar die Ursache von vielen Krankheitsepidemien war.

Aktuell ist MRSA einer der meist diskutierten, im Krankenhaus oder ambulanten Pflege übertragenen Keime. In dieser Arbeit lag deswegen der Fokus hauptsächlich auf Staphylokokken. Es sollte hier nicht vergessen werden, dass sie auch zu unserer normalen Hautflora gehören und an sich nicht pathogen sind. In welcher Konzentration sie noch tolerabel sind und inwiefern man sie eliminieren kann, ist in der Literatur zurzeit nicht genügend belegt. Dass Arten von Staphylokokken zu Infektionen führen können und deren Beseitigung eine Herausforderung ist, ist aufgrund von deren Resistenzen gegen Antibiotika hingegen medizinisch belegt. Entsprechende Erreger haften häufig an Medizinprodukten an und bilden dort im Biofilm Kolonien (McCarthy et al., 2015).

Das Desinfektionsmaßnahmen in Arzt- beziehungsweise Zahnarzt-Praxen wirklich erfolgreich durchgeführt wurden, ist wenig belegt, dokumentiert und überprüft. Hinzu kommt, dass die Anwendung der ‚Ready-to-Use‘ Wischdesinfektionstücher zunimmt und deren Validierung noch nicht ausreichend belegt ist. Im Rahmen dieser Arbeit konnte festgestellt werden, dass eine Wirksamkeit dieser Tücher gewährleistet werden kann, sofern bestimmte Voraussetzungen, wie z.B. die Kompatibilität von Tuchmaterial und Desinfektionswirkstoff, der ausreichenden Benetzung der Fläche, der Einhaltung der Einwirkzeit, der ordnungsgemäßen Lagerung der Tuchsysteeme oder die Einhaltung der maximalen Verwendungsdauer, erfüllt sind. Diese sollten in nachfolgenden Untersuchungen behandelt werden, um eine abschließende Validierung ihrer Wirksamkeit zu erzielen.

6. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Rasenwachstum der Mikrokokken species (rechte Platte) und 1 KBE der Mikrokokken (linke Platte)	31
Abb. 2: Beispiel Auswertung der Ergebnisse der Proben mit Farbkodierung	32
Abb. 3: Rotes Winkelstück: Gesamtergebnis	33
Abb. 4: Rotes Winkelstück: Gesamtergebnis der Desinfektionen	34
Abb. 5: Rotes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 1	35
Abb. 6: Rotes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 2	35
Abb. 7: Rotes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 3	36
Abb. 8: Rotes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 4	36
Abb. 9: Rotes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 5	37
Abb. 10: Rotes Winkelstück: Staphylokokken Phasen 1-5	38
Abb. 11: Rotes Winkelstück: Mikrokokken Phasen 1-5	39
Abb. 12: Rotes Winkelstück: Aerobe Sporenbildner	39
Abb. 13: Grünes Winkelstück: Gesamtergebnis	40
Abb. 14: Grünes Winkelstück: Gesamtergebnis der Desinfektion	41
Abb. 15: Grünes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 1	41
Abb. 16: Grünes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 2	42
Abb. 17: Grünes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 3	42
Abb. 18: Grünes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 4	43
Abb. 19: Grünes Winkelstück: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 5	43
Abb. 20: Grünes Winkelstück: Staphylokokken Phasen 1-5	45
Abb. 21: Grünes Winkelstück: Mikrokokken Phasen 1-5	45
Abb. 22: Grünes Winkelstück: Aerobe Sporenbildner Phasen 1-5	46
Abb. 23: Lampengriff: Gesamtergebnis	47
Abb. 24: Lampengriff: Gesamtergebnis Wirksamkeit der Desinfektion	47
Abb. 25: Lampengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 1	48
Abb. 26: Lampengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 2	48
Abb. 27: Lampengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 3	49
Abb. 28: Lampengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 4	50

Abb. 29: Lampengriff: Staphylokokken Phasen 1-4	51
Abb. 30: Lampengriff: Mikrokokken Phasen 1-4	52
Abb. 31: Lampengriff: Aerobe Sporenbildner Phasen 1-4	52
Abb. 32: Behandlungsstuhl: Gesamtergebnis	53
Abb. 33: Behandlungsstuhl: Gesamtergebnis Wirksamkeit der Desinfektion	53
Abb. 34: Behandlungsstuhl: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 1	54
Abb. 35: Behandlungsstuhl: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 2	55
Abb. 36: Behandlungsstuhl: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 3	55
Abb. 37: Behandlungsstuhl: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 4	56
Abb. 38: Behandlungsstuhl: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 6	57
Abb. 39: Behandlungsstuhl: Staphylokokken Phasen 1-6	58
Abb. 40: Behandlungsstuhl: Mikrokokken Phasen 1-6	59
Abb. 41: Behandlungsstuhl: Aerobe Sporenbildner Phasen 1-6	60
Abb. 42: Speibecken: Gesamtergebnis	60
Abb. 43: Speibecken: Gesamtergebnis Wirksamkeit der Desinfektion	61
Abb. 44: Speibecken: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 1	61
Abb. 45: Speibecken: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 2	62
Abb. 46: Speibecken: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 3	62
Abb. 47: Speibecken: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 4	63
Abb. 48: Speibecken: Staphylokokken Phasen 1-4	64
Abb. 49: Speibecken: Mikrokokken Phasen 1-4	65
Abb. 50: Speibecken: Aerobe Sporenbildner Phasen 1-4	65
Abb. 51: Schubladengriff: Gesamtergebnis	66
Abb. 52: Schubladengriff: Gesamtergebnis Wirksamkeit der Desinfektion	66
Abb. 53: Schubladengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 1	67
Abb. 54: Schubladengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 2	67
Abb. 55: Schubladengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 3	68
Abb. 56: Schubladengriff: Wirksamkeit der Desinfektion Phase 4	68
Abb. 57: Schubladengriff: Staphylokokken Phasen 1-4	70
Abb. 58: Schubladengriff: Mikrokokken Phasen 1-4	70
Abb. 59: Schubladengriff: Aerobe Sporenbildner Phasen 1-4	71

7. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Einwirkzeiten: ORBI- Sept Flächendesinfektion	20
Tab. 2: Aktueller Stand der VAH- Liste 06.02.2019 für ORBI-Sept	21
Tab. 3: Aktueller Stand der VAH- Liste 06.02.2019 für Microsept FD	24
Tab. 4: Staphylokokken (RWS)	37
Tab. 5: Mikrokokken (RWS)	38
Tab. 6: Aerobe Sporenbildner (RWS)	38
Tab. 7: Staphylokokken (GWS)	44
Tab. 8: Mikrokokken (GWS)	44
Tab. 9: Aerobe Sporenbildner (GWS)	44
Tab. 10: Staphylokokken (Lampengriff)	50
Tab. 11: Mikrokokken (Lampengriff)	50
Tab. 12: Aerobe Sporenbildner (Lampengriff)	51
Tab. 13: Staphylokokken (Behandlungsstuhl)	57
Tab. 14: Mikrokokken (Behandlungsstuhl)	58
Tab. 15: Aerobe Sporenbildner (Behandlungsstuhl)	58
Tab. 16: Staphylokokken (Speibecken)	63
Tab. 17: Mikrokokken (Speibecken)	64
Tab. 18: Aerobe Sporenbildner (Speibecken)	64
Tab. 19: Staphylokokken (Schubladengriff)	69
Tab. 20: Mikrokokken (Schubladengriff)	69
Tab. 21: Aerobe Sporenbildner (Schubladengriff)	69
Tab. 22: Exakter Test nach Fischer für Staphylokokken.	71
Tab.23: Exakter Test nach Fischer für Staphylokokken für jede einzelne Phase	72
Tab. 24: Phase 3, Ort 2 (RWS) für Staphylokokken (p-Wert = 1,00)	72
Tab.25: Phase 4, Ort 2 (RWS) für Staphylokokken (p-Wert = 0,062)	73
Tab.26: Phase 5, Ort 2 (RWS) für Staphylokokken (p-Wert = 0,167)	74
Tab.27: Exakter Test nach Fischer für Mikrokokken.	75
Tab.28: Exakter Test nach Fischer für aerobe Sporenbildner	75

8. Literaturverzeichnis

Ashlee E, Losick R, Kolter R. Ecology and Genomics of *Bacillus subtilis*. Review Trends Microbiol (Journal), 2008;16(6): 269-275

Becker B, Henningson L, Paulmann D, Bischoff B, Todt D, Steinmann E, Steinmann J, Brill F, Steinmann J. Evaluation of the virucidal efficacy of disinfectant wipes with a test method simulating practical conditions. Antimicrob Resist Infect (Journal), 2019; 8: 121

Becker J, Gruber R, Jatzwauk L, Logies M, Terhechte A, 2016: Instrumente aufbereiten: Manuell versus maschinell. ZM-Online (Artikel), 01/2016(1) Retrieved from <https://www.zm-online.de/markt/news/wh-deutschland-gmbh/instrumente-aufbereiten-manuell-versus-maschinell/seite/alle/>

Bodenschatz W. Kompaktwissen Desinfektion: Das Handbuch für Ausbildung und Praxis. Hamburg: Behr's Verlag DE, 2012: 1-3

Cavalion JM, Chrétien F. From Septicemia to Sepsis 3.0 – From Ignaz Semmelweis to Louis Pasteur. Genes Immun, 2019; 20(5): 371-382

Chidambaranathan A, Balasubramaniam M. Comprehensive Review and Comparison of the Disinfection Techniques currently Available in the Literature. Review Prosthodont (Journal), 2019; 28(2): 849-856

Compton MT. The Association of Hygieia with Asklepios in Graeco- Roman Asklepieion medicine. J Hist Med Allied Sci (Journal), 2002; 57(3):312-329.

Egusa H, Watamoto T, Matsumoto T, Abe K, Kobayashi M, Akashi Y, Yatani H. Clinical evaluation of the efficiency of removing microorganisms to disinfect patient - derived dental impressions. Int J Prosthodont (Journal), 2008; 21(6): 531 - 538

Eriksson A, Giske CG, Ternhag A. The relative importance of *Staphylococcus saprophyticus* as a urinary tract pathogen: distribution of bacteria among urinary samples

analysed during 1 year at a major Swedish laboratory. *Apmis (Journal)*, 2013; 121(1): 72-78

Exner M. Divergent opinions on surface disinfection: myths or prevention? A review of the literature. *GMS Krankenhhyg Interdiszip (Journal)*, 2007; 2(1): 19

Exner M, Bhattacharya S, Christiansen B, Gebel J, Goroncy-Bermes P, Hartemann P, Trautmann M. Antibiotic resistance: What is so special about multidrug-resistant Gram-negative bacteria? *GMS Hyg Infect Control (Journal)*, 2017; 12: 5

Exner M, Vacata V, Hornei B, Dietlein E, Gebel J. Household cleaning and surface disinfection: new insights and strategies. *J Hosp Infect (Journal)*, 2004; 56 Suppl 2: 70-75

Gebel J, Exner M, French G, Chartier Y, Christiansen B, Gemein S, Sonntag HG. The role of surface disinfection in infection prevention. *GMS Hyg Infect Control (Journal)*, 2013; 8(1): 10

Gemein S. Etablierung eines Testverfahrens zur Prüfung sporizider Flächendesinfektionsmittel mit dem Schwerpunkt *Clostridium difficile* Ribotyp 027. Dissertation, 2011: 1-2

Gerba CP, Lopez GU, Ikner LA. Distribution of Bacteria in Dental offices and the impact of Hydrogen Peroxide Disinfecting Wipes. *J. Dent Hyg (Journal)*, 2016; 90(6): 354- 361

Gest H. The Discovery of Microorganisms by Robert Hooke and Antoni Van Leeuwenhoek, fellows of the Royal Society. *Notes Rec R Soc Lond*, 2004 ; 58(2): 187-201

Heilmann C, Ziebuhr W, Becker K. Are Coagulase - negative Staphylococci virulent? Review, *Clin Microbiol Infect (Journal)*, 2019; 23(9): 1071-1080

Heini N, Stephan R, Ehling - Schulz M, Johler S. Charracterization of *Bacillus Cereus* group isolates from powdered food products. *Int J Food Microbiol (Journal)*, 2018; 283(10): 59-64

Heudorf U. Hygiene in Zahnarztpraxen–Wege zur Zielerreichung. Hygiene und Medizin Zeitschrift, 2006; 31(9): 399-405

Honma K, Tawara Y, Okuda K. Detection of Methicillin resistant Staphylococcus aureus in Human Saliva on denture surfaces. Bull Tokyo Dent Coll (Journal), 1994; 35(4): 217-220

Horejsh D, Kampf G. Efficacy of Three Surface Disinfectants Against Spores of Clostridium Difficile Ribotype 027. Int J Hyg Environ Health (Journal), 2011; 214(2): 172-174

Horiba N, Yoshida T, Suzuki K, Maekawa Y, Ito N, Matsumoto T, Nakamura H. Isolation of Methicillin - resistant Staphylococci in dental operator. J. Endod (Journal), 1995; 21(1): 21-25

Kayser FH, Böttger EC, Haller O, Deplazes P, Roers A. Taschenlehrbuch Medizinische Mikrobiologie. Zürich: Georg Thieme Verlag, 2014: 265-269, 278-280

Khairalla AS, Wasfi R, Ashour HM. Carriage frequency Phenotypic, and genotypic characteristics of Methicillin - resistant Staphylococcus aureus isolated from dental healthcare personnel, patients and environment. Sci. Rep (Journal), 2017; 7(1): 7390

Kloos WE, Bannister MS. Distribution and persistence of Staphylococcus and Micrococcus species and other aerobic bacteria on human skin. Appl Microbiol (Journal), 1975; 30(3): 381-385

Korting HC, Lukacs A, Braun-Falco O. Microbial flora and odor of the healthy human skin. Hautarzt Zeitschrift, 1988; 39(9): 564-568

Kramer A, Assadian O. Wallhäußers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung. Qualitätssicherung der Hygiene in Industrie, Pharmazie und Medizin. Stuttgart: Georg Thieme Verlag (Lehrbuch), 2008: 208

Krankenhaushygiene, K. f. r., 2006; Infektionsprävention in der Zahnheilkunde – Anforderungen an die Hygiene¹. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch -

Gesundheitsschutz, 49, 375–394. Retrieved from https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/Downloads/Zahn_Rili.pdf?__blob=publicationFile (Zugriffsdatum: 24.06.2019)

Lakhundi S, Zhang K. Methicillin - Resistant Staphylococcus aureus: Molecular Characterization, Evolution, and Epidemiology. Clin Microbiol Review (Journal), 2018; 31(4): 18-20

Ligon BL. Sir Alexander Fleming: Scottish researcher who discovered penicillin, Semin Pediatr. Infect. Dis (Journal), 2004; 15(1): 58-64

Lindsay JA. Hospital associated MRSA and antibiotic resistance - What have we learned so far from genomics. Int. J med Microbiol (Journal), 2013; 303 (6 - 7): 318-323.

Lister JL, Horswill AR. Staphylococcus aureus biofilms: recent developments in Biofilm dispersal. Front Cell Infect (Journal), 2014; 23(4): 178

McCarthy H, Rudkin JK, Black, NS, Gallagher L, O'Neill E, O'Gara JP. Methicillin resistance and the biofilm phenotype in Staphylococcus aureus. Front Cell Infect Microbiol (Journal), 2015; 5: 1

Mehraj J, Witte W, Akmatov M, Layer F, Werner G, Krause G. Epidemiologie of Staphylococcus aureus nasal Carriage Patterns in the Community. Review Curr Top Microbiol Immunol (Journal), 2016; 398: 55-87

Müller M, Wille B. Hygiene von A-Z: über 1000 Hygienebegriffe für das Gesundheitswesen kurz und praxisnah erklärt. Hamburg: Behr's Verl (Lehrbuch), 2004: 3-5

Multident, 2018: ORBi-Sept Flächendesinfektion Plus (Hersteller Produkt Information). Retrieved from <http://www.multident.de/Sprueh-und-Wischdesinfektion-plus> (Zugriffsdatum: 24.06.2019)

Mupparapu M, Kothari KRM. Review of surface disinfection protocols in dentistry: a 2019 update. Quintessence Int (Journal), 2019; 50(1): 58-65

NSK, 2018. 7. Hygienische Wiederaufbereitung von zahnärztlichen Chirurgie-Hand- & Winkelstücken (Hersteller Produkt Information). Retrieved from https://www.germany.nsk-dental.com/admin/wp-content/uploads/ChirWinkelstu%CC%88cke_Wiederaufbereitung.pdf
(Zugriffsdatum: 20.01.2020)

O'Gara JP, Humphreys H. Staphylococcus epidermidis biofilms: importance and implications. J Med Microbiol (Journal), 2001; 50(7): 582-587

Orbis, 2017. ORBI-Sept Wet Wipes (Hersteller Produkt Information). Retrieved from https://www.orbis-dental.de/fileadmin/pdf_orbis/epaper_pdf/desinfektion-2017.pdf
(Zugriffsdatum: 24.06.2019)

Otter JA, Yezli S, French GL. The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. Infect Control Hosp Epidemiol (Journal), 2011; 32: 687 - 699

Oxoid, M.-. 2009. PRODUKT SPEZIFIKATION(Hersteller Produkt Information). Retrieved from <http://www.mibius.de/out/oxbaseshop/html/0/images/wysiwigpro/PS-PO5172Cdev10.pdf> (Zugriffsdatum: 24.06.2019)

Petit EP. The Hippocratic Oath; Source of medical ethics. Presse Med (Artikel), 2002; 31(2): 52-55

Pilo P, Frey J. Pathogenicity, population genetics and dissemination of Bacillus anthracis. Infect Genet Evol (Journal), 2018; 64(10): 115-125

Praxisdirekt. 2017. Sicherheitdatenblatt Quick and Clean Wipes(Hersteller Produkt Information). Retrieved from <https://p179621.webspaceconfig.de/index.php/downloads/category/17-1#>
(Zugriffsdatum: 24.06.2019)

RKI. 2016. Staphylokokken-Erkrankungen, insbesondere Infektionen durch MRSA (Artikel). Retrieved from

https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber__Staphylokokken_MRSA.html (Zugriffsdatum: 24.06.2019)

Sattar SA. Microbicides an the enviromental control of nosocomial viral infections. J Hosp Infect (Journal), 2004; 54(2): 64-69

Schülke, 2019. Geschichte der Hygiene (Homepage Schülke). Retrieved from <https://www.schuelke.com/de-de/Wissensportal/article/Geschichte-der-Hygiene.php> (Zugriffsdatum: 24.06.2019)

Seifert H, Kalthener M, Perdreau - Remington F. Micrococcus Luteus endocarditis: Case report an review of the literature. Zentralblatt Bakteriolog (Artikel), 1995; 282(4): 431-435

Song X, Vossebein L, Zille A. Efficacy of disinfectant-impregnated wipes used for surface disinfection in hospitals: a review. Antimicrob Resist Infect Control (Journal). 2019; 8: 139

Szczerba I. Occurrence and Number of bacteria from Micrococcus, Kocuria, Nesterenkonia Kytococcus and Dermacoccus genera on skin and mucous membranes in humans]. Med Dosw Microbiologie (Journal), 2003; 55(1): 67-74

Szucs D, Ioannidis JPA. When Null hypothesis significance Testing is unsuitable for Research: A Reassessment. Fron Hum Neurosci (Journal), 2017; 11:390

Tarka P, Chojecka A, Paduch O, Nitsch-Osuch A, Kanecki K, Kierzowska A. Bacterial Activity of Ready-To-Use Alcohol-Based Commercial Wipes According to EN 16615 Carrier Standard. Int J Environ Res Public Health(Journal), 2019; 16(18): 3475

VAH, 2016: ORBI-SEPT WET WIPES L PREMIUM(VAH- Produktliste). Retrieved from <https://vah-liste.mhp-verlag.de/suche/details/orbi-sept-wet-wipes-l-premium/> (Zugriffsdatum: 24.06.2019)

VAH, 2019: VAH-Liste. Retrieved from <https://vah-liste.mhp-verlag.de/suche/details/microsept-fd/> (Zugriffsdatum: 24.06.2019)

Vetter C, 2012: Staphylokokken-Infektionen der Haut. ZM Online (Artikel), 11/2012(11). Retrieved from <https://www.zm-online.de/archiv/2012/11/medizin/staphylokokken-infektionen-der-haut/>

Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, Huslage K, Sickbert Bennett E. Role of Hospital surfaces in the transmission of emerging healthcare - associated pathogens: norovirus, Clostridium difficile and Acinetobacter Species. Am J Infect Control (Journal), 2010; 38: 25-33

Werner S, Köhnlein J, Kasper - Sonnenberg M, von Rheinbaden F, Riebe O. Sicherung der Qualität der Aufbereitung von Medizinprodukten in zahnärztlichen Bereich. Dtsch Zahnärztl Z (Artikel), 2015; 70: 355-361

Yuan G, Wie Q, Tie J, Wang C, Rao L, Zhang W. Synergistic Sporicidal Effect of Ethanol on a Combination of Orthophthalaldehyde and Didecyldimethylammonium Chloride. Lett. Appl. Microbiol (Journal), 2014; 59(3): 272-277

9. Danksagung

Mein Dank geht zunächst in erster Linie an meinen Doktorvater, Herrn Prof. Dr. med. M. Exner, der mir diese Doktorarbeit ermöglicht hat.

Ebenfalls möchte ich mich bei Herrn Dr. rer. nat. J. Gebel ganz herzlich für die durchgängige Betreuung und Anregungen für diese Arbeit bedanken, ohne seine Unterstützung wäre diese Dissertation ebenfalls nicht möglich. Durch ihn wurde mir die Bedeutsamkeit der Hygiene und dieser Arbeit nochmal verdeutlicht.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau S. Koch sowie Frau S. Gemein, die mich bei den Auswertungen unterstützt haben und dazu beigetragen haben, meinen Ergebnissen Struktur zu geben. Auch bei ihren Kolleginnen bedanke ich mich herzlich, da sie immer zu Verfügung standen. Hier möchte ich gerne Frau S. Kowol erwähnen, die mir stets freundlich und hilfsbereit zur Seite stand.

Die Motivation meiner gesamten akademischen Ausbildung verdanke ich meinem Bruder, der mich schon im Kindesalter anregte, mehr lernen und wissen zu wollen.

Meinen beiden Schwestern danke ich für die immerwährende und moralische Unterstützung.

Insbesondere möchte ich meiner Mutter für ihre grenzenlose Unterstützung danken. Sie hat mir, durch Ihr eigenes vorbildliches Handeln, Durchhaltevermögen beigebracht. Ohne Sie wäre dies alles nie möglich gewesen.

Ein letzter, aber tiefgreifender Dank geht an Cedric Rüttgen, nicht nur für seine Unterstützung in allen technischen Bereichen dieser Arbeit, ewigen Korrekturlesungen und Verbesserungsvorschlägen, sondern viel mehr für seine seelische Unterstützung.

„To the world you may be one person; but to one person you may be the world“

Dr. Seuss